



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**

«ΕΝΑΕΡΙΑ ΕΠΟΠΤΙΚΑ ΜΕΣΑ (DRONES) ΣΕ  
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ»



ΑΓΑΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ 12131

ΚΑΡΑΜΟΥΤΑΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ 12186

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΓΗΤΡΙΑ: ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΚΑΥΓΑ

**ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2021**

## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

Η παρούσα εργασία είναι ο επίλογος μιας τετραετούς πορείας η οποία φτάνει στο τέλος της . Μια πορεία δύσκολη σε όλα τα επίπεδα , γεμάτη εμπειρίες που έγιναν μαθήματα ζωής.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους δικούς μας ανθρώπους ξεχωριστά για τη στήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια . Η συμβολή τους ήταν καθοριστική για την επίτευξη των στόχων μας.

Τέλος , ευχαριστούμε τον Σωτήρη Ζορμπά για τη στήριξη του και την κ. Καυγά Αγγελική για τη βοήθεια , τη στήριξη και την καθοδήγηση της για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

**«Αφιερωμένη στον παππού μου Συμεών»**

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η ακόλουθη πτυχιακή εργασία πραγματεύεται το ρόλο των εναέριων εποπτικών μέσων στη γεωργία και πιο συγκεκριμένα στις θερμοκηπιακές μονάδες. Αρχικά γίνεται ιστορική αναδρομή στον τομέα των εναέριων συστημάτων, από τα πρώτα βήματα έως σήμερα. Στη συνέχεια ακολουθεί ιστορική αναδρομή στον τομέα των μη επανδρωμένων εναέριων συστημάτων αντίστοιχα. Συνεχίζοντας, δίνεται ο ορισμός των μη επανδρωμένα εναέριων μηχανημάτων η αλλιώς drones και το νομοθετικό καταστατικό της ελληνικής κυβέρνησης που τα αφορά. Επιπροσθέτως πραγματοποιείται κατηγοριοποίηση των drone και ανάλυση των τεχνικών χαρακτηριστικών τους (software/hardware). Ακολουθεί ο ρόλος των drones στο γεωργικό τομέα και πιο εξειδικευμένα στον Ελληνικό χώρο. Εν κατακλείδι αναγράφονται συμπεράσματα και κάποιες σκέψεις τις οποίες θέλουμε να μοιραστούμε στα πλαίσια αυτής της εργασίας.

## **ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ**

Εναέρια Συστήματα, Αγροτικός Τομέας, Θερμοκηπιακές Μονάδες

## **ABSTRACT**

The following thesis discusses the importance of UAVs in agriculture and specifically their role in a greenhouse environment. Firstly, a historical throwback in aerial systems is presented, followed by a historical throwback in UAV systems. Following that, the definition of a UAV or drone is investigated, along with legal framework established in Greece. Additionally, the different drone categories and technical characteristics (software/hardware) are analysed. Chapter three is about the importance of drones in agriculture and in more detail, their usage in Greece. Summarizing, our conclusions and personal thoughts are located at the end of this thesis.

## **KEY WORDS**

UAVs, Agriculture, Greenhouse

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	iii
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ.....	iii
ABSTRACT .....	iii
KEY WORDS .....	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	1
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εξέλιξη Εναέριας Τεχνολογίας.....	4
1.1 Εισαγωγή .....	4
1.2 Ιστορική Αναδρομή Εναέριων Συστημάτων.....	4
1.3 Ιστορική Αναδρομή Μη Επανδρωμένων Εναέριων Συστημάτων .....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Unmanned Air Vehicles (UAVs) – Drones .....	17
2.1 Ορισμός .....	17
2.2 Νομοθεσία περί πολιτικής χρήσης των UAVs .....	17
2.3 Κατηγοριοποίηση .....	19
2.4 Σύνθεση συστημάτων - Τεχνικά χαρακτηριστικά.....	20
2.4.1 Υποσυστήματα UAV .....	20
2.4.2 Αισθητήρες Πλοήγησης .....	21
2.4.3 Hardware .....	23
2.4.4 Εικονοληπτικοί αισθητήρες .....	26
2.4.5 Software .....	27
2.5 Επιλογή Και Χρήση Αισθητήρων Στα UAVs Στο Θερμοκήπιο .....	30
2.5.1 Η θέση Των Αισθητήρων Στο Σκελετό Του Drone .....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ο Ρόλος Των Drone Στον Αγροτικό Τομέα .....	33
3.1 Χρήση Εναέριων Εποπτικών Μέσων Για Παρακολούθηση Καλλιεργειών .....	33
3.2 Χρήση Εναέριων Εποπτικών Μέσων Σε Θερμοκηπιακές Μονάδες.....	35
3,3 Εντοπισμό Εντομών Εντός Θερμοκηπίων.....	35
3.4 Ο Ρόλος Των Drone Στα Ελληνικά Θερμοκήπια .....	38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Συμπεράσματα .....	39
Βιβλιογραφία.....	40

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚ'ΟΝΩΝ

Figure 1- (Bate, 1634) .....	5
Figure 2- (Nottinghamshire County Council, 2017) .....	5
Figure 3- (Reuteler, 2014).....	6
Figure 4- (PANORAMIO, 2020) .....	6
Figure 5- (United States Library of Congress, n.d.).....	7
Figure 6- (Alchetron, 2018) .....	8
Figure 7- (Yoon, 2004).....	8
Figure 8- (The Information Architects of Encyclopaedia Britannica, 2020)...	9
Figure 9- (Hosch, 2007-2008).....	9
Figure 10- (Kelleway, 2016) .....	10
Figure 11- (The American Society of Mechanical Engineers, n.d.) .....	10
Figure 12- (earlyaviators, n.d.).....	10
Figure 13- (Staff, 2016).....	11
Figure 14- (Miguel, 2014).....	11
Figure 15- (Chaturvedi, 2017).....	12
Figure 16- (u/Reporter_at_large, 2019) .....	12
Figure 17- (The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2017).....	13
Figure 18- (Cohen, 2020).....	13
Figure 19- (Sorell, 2015/2016).....	14
Figure 20- (Boyle, 2020).....	14
Figure 21- (Warne, 2012).....	14
Figure 22- (Budanovic, 2017) .....	15
Figure 23- (Budanovic, 2017) .....	15
Figure 24- (Dekoulis, 2018).....	16
Figure 25- (ADI, 2021). .....	20

Figure 26- (Fthinoulis, 2021) .....	21
Figure 27- (Banggood, 2021) .....	22
Figure 28- (Banggood, 2021) .....	22
Figure 29- (Banggood, 2021) .....	23
Figure 30- (Banggood, 2021) .....	23
Figure 31- (Banggood, 2021) .....	24
Figure 32- (Banggood, 2021) .....	24
Figure 33- (banggood, 2021).....	25
Figure 34- (Banggood, 2021) .....	26
Figure 35- (Banggood, 2021) .....	26
Figure 36- Η ροή του αέρα πάνω από το quadcopter (ResearrchGate, 2015) .	31
Figure 37- Η ροή του αέρα κάτω από το quadcopter (ResearrchGate, 2015)	31
Figure 38- (ResearrchGate, 2015).....	31
Figure 39- (sUAS News, 2020).....	36
Figure 40- (PATS, 2020).....	36
Figure 41- (TECNOLOGÍA 2503, 2017).....	37

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εξέλιξη Εναέριας Τεχνολογίας

## 1.1 Εισαγωγή

Είναι στη φύση του ανθρώπινου είδους η ανάγκη για εξέλιξη. Με τη βιομηχανική επανάσταση (1760) η ανθρωπότητα κάνει τεράστια βήματα σε όλα τα επιστημονικά πεδία και ανοίγει το δρόμο για την κατάκτηση κόσμων, έως τότε ανήκουστων (Wilson, 1884).

Η κατάκτηση των αιθέρων είναι όνειρο και στόχος για αιώνες. Με τον σκληρό αγώνα ρομαντικών ονειροπόλων που δεν αφήνουν κανέναν να τους στερήσει το δικαίωμα στο όνειρο, αυτός ο πόθος γίνεται πραγματικότητα .

Με την πάροδο των χρόνων η συνεχής τεχνολογική πρόοδος και τη πληθώρα νέων ιδεών οδηγούν την ανθρωπότητα στην εκβιομηχάνιση της καθημερινότητας. Τεράστια αλλά και μικρά άλματα γίνονται σε όλους τους τομείς καθιστώντας πλέον σαφές πως με την πάροδο των χρόνων ο άνθρωπος θα εξαρτάται από την τεχνολογία όλο και περισσότερο.

Φτάνοντας πλέον στο σήμερα, οι εναέριες μετακινήσεις είναι καθημερινό φαινόμενο. Εκατομμύρια άνθρωποι μετακινούνται ανά την υφήλιο σε ελάχιστο χρόνο χάρις στην εφεύρεση των Ράιτ (Wright) που αναβαθμίστηκε, βελτιώθηκε και τελειοποιήθηκε στα σημερινά δεδομένα. Ο άνθρωπος, αναγνωρίζοντας τις προοπτικές που προκύπτουν από τις εναέριες τεχνολογίες του σήμερα, έθεσε ως στόχο την εφαρμογή τους και σε άλλους κλάδους, όπως η γεωπονία, κατασκευάζοντας μηχανήματα με σκοπό την κάλυψη των αναγκών του εκάστοτε τομέα.

Όλα όμως έχουν κάποια αρχή. Στη συνέχεια της εργασίας θα γίνει παράθεση πληροφοριών, γεγονότων και στοιχείων που θα μας οδηγήσουν στην κατανόηση των εναέριων συστημάτων και ειδικότερα των μη επανδρωμένων, με έμφαση στον τομέα της γεωπονίας.

## 1.2 Ιστορική Αναδρομή Εναέριων Συστημάτων

Η ιστορία της αεροπορίας έχει έκταση άνω των δύο χιλιάδων ετών. Η επιθυμία του ανθρώπου να πετάξει παρατηρείται στο βάθος του χρόνου μέσω διάφορων μύθων και θρύλων με πιο γνωστό τον αρχαιοελληνικό μύθο του Δαίδαλου και του Ίκαρου.

Οι πρώτοι που κατανόησαν τις θεμελιώδεις αρχές της αεροδυναμικής είναι οι κινέζοι. Η εφεύρεση του πρώτου χαρταετού τον 5<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ. θεωρείται η πρώτη μορφή αεροσκάφους (Crouch, 2004).

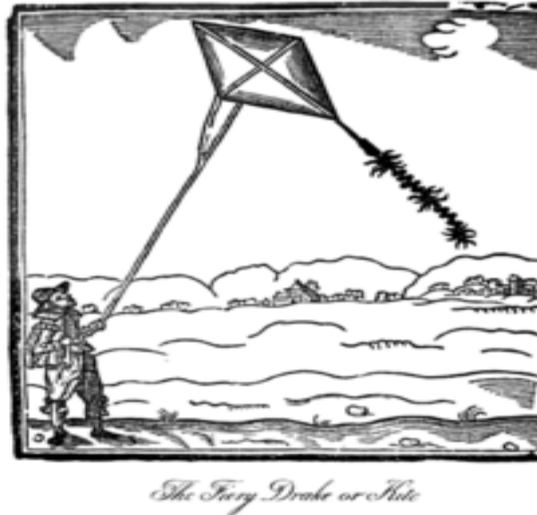


Figure 1- (Bate, 1634)

Δύο αιώνες αργότερα το πρώτο αερόστατο είναι γεγονός. Το ουράνιο φανάρι, που είναι βασισμένο στην τάση των θερμών αέριων μαζών να ανυψώνονται, κάνει την εμφάνιση του (Bond, 2013).



Figure 2- (Nottinghamshire County Council, 2017)

Με την πάροδο των χρόνων, η πρόοδος γίνεται με πολύ αργούς ρυθμούς. Αξιοσημείωτη μελέτη συντελεί μετά από πολλά χρόνια ο Λεονάρντο ντα Βίντσι (Chilvers, 2003) κατανοώντας πως « Ένα αντικείμενο αντιστέκεται στον αέρα όπως και ο αέρας σε αυτό» (Fairlie, et al., 1965). Το έργο του ωστόσο γίνεται γνωστό το 1797, σχεδόν τρεις αιώνες μετά το θάνατο του. Αν και τα σχέδια του είχαν μια λογική συνέχεια δεν μπορούσαν να βασιστούν στην τεκμηριωμένη επιστήμη της τότε εποχής (Wragg, 1974).





Figure 3- (Reuteler, 2014)

Το 1783 είναι μια ιδιαίτερα σημαντική ιστορικά χρονιά. Νέες καινοτομίες βγαίνουν στο φως και οι πρώτες πτήσεις γίνονται πραγματικότητα.

Στις 4 Ιουνίου οι αδερφοί Ζοζέφ-Μισέλ και Ζακ-Ετιέν Μονγκολφιέ (Charles, 1983) επιχειρούν την πρώτη πτήση αερόστατου θερμού αέρα με αναβάτες ένα πρόβατο μια πάπια και μια κότα (Beischer & Fregly, 1962). Στις 19 Οκτωβρίου πραγματοποιούν την πρώτη μη ελεύθερη επανδρωμένη πτήση. Το πλήρωμα απαρτίζουν οι Ζιρού ντε Βιλέτ, Ζαν-Μπαπτιστ Ρεβεγιόν και τον Ζαν Φρανσουά Πιλάτρ ντε Ροζιέ. Ένα μήνα αργότερα (Slagley, 2011), στις 21 Νοεμβρίου, η πρώτη ελεύθερη πτήση με αερόστατο θερμού αέρα είναι γεγονός. Το αερόστατο των αδερφών Μονγκολφιέ με πλήρωμα τους Ζαν-Φρανσουά Πιλάτρ ντε Ροζιέ και Φρανσουά Λοράν, Μαρκήσιος του Αρτλάντ. (Pilatre de Rozier & Tournon, 1786)

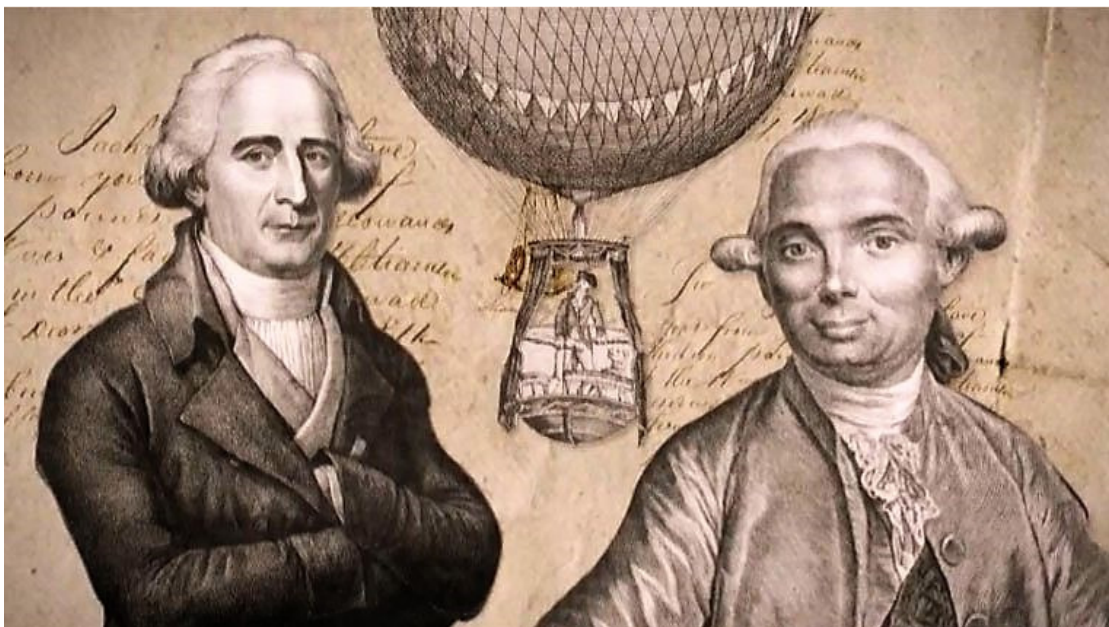


Figure 4- (PANORAMIO, 2020)

Στις 27 Αυγούστου ο Ζακ Αλεξάντρ Σέζαρ Σαρλ και οι αδερφοί Ρομπέρ ,Αν-Ζαν και Νικολά-Λουί είναι εκείνοι που παίρνουν τα πρωτεία στις πτήσεις με αερόστατο υδρογόνου. Τη μη επανδρωμένη πτήση της 27ης Αυγούστου ακολουθεί η επανδρωμένη πτήση, αυτή τη φορά, από τον Ζακ Σαρλ και έναν εκ των δύο αδερφών Ρομπέρ, Νικολά-Λουί. Το ημερολόγιο γράφει 1<sup>η</sup> Δεκεμβρίου όταν πλήθος ανθρώπων παρακολουθούν την πτήση που με εκκίνηση του κήπους του Παλατιού του Κεραμεικού (Piers, 2003).



Figure 5- (United States Library of Congress, n.d.)

Στα χρόνια που ακολουθούν η πρόοδος γίνεται με ταχύτατους ρυθμούς. Η απήχηση της νέας αυτής εφεύρεσης κάνει το γύρο της Ευρώπης και όχι μόνο. Στην Αμερική το 1793 πραγματοποιείται η πρώτη επανδρωμένη πτήση αερόστατου υδρογόνου. Ο πιο δημοφιλής και διαδεδομένος τύπος αερόστατου μέχρι και το 1960 όμως είναι το αερόστατο αερίου.

Η ανάγκη για καλύτερο έλεγχο του αερόστατου οδηγεί στα πρώτα αερόστατα με πηδάλιο. Κάνουν την εμφάνισή τους το 1852 αλλά είναι μη αποτελεσματικά λόγω της χαμηλής αποδοτικότητας της ατμομηχανής τους (Parramore, 2003). Το 1884 το πρώτο ηλεκτροκινούμενο αερόπλοιο «La France» (Mangon M, n.d.) πραγματοποιεί την παρθενική του πτήση ενώ το 1898 πραγματοποιείται η πρώτη επιτυχής πτήση μη προσδεμένου αερόπλοιου με κινητήρα εσωτερικής καύσης. Η αποτελεσματικότητα του κινητήρα καθιστά τα αερόπλοια πιο πρακτικά και θεωρείται τεράστιο τεχνολογικό επίτευγμα της εποχής (Brady, 2000).

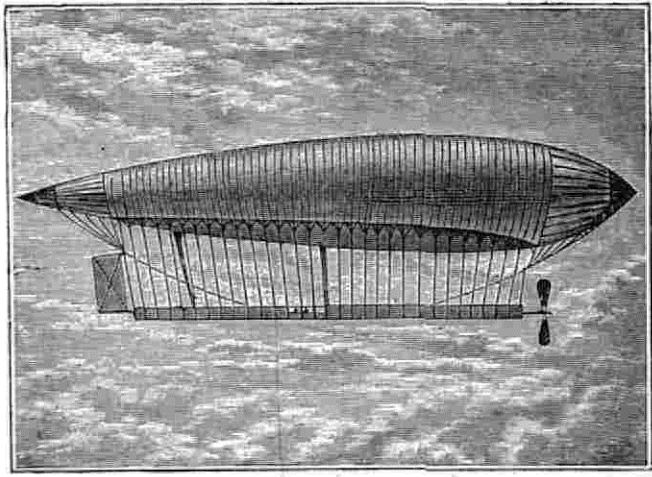


Figure 6- (Alchetron, 2018)

Τη σκυτάλη παίρνει ο Γερμανός κόμης Φερδινάνδο Φον Ζέπελιν, ο οποίος το 1899 ξεκινάει την κατασκευή του πρώτου Ζέπελιν, LZ1 (Robinson, 1973). Στις 2 Ιουλίου του 1900 το LZ1 βρίσκεται στους ουραμούς σηματοδοτώντας την αρχή μιας νέας εποχής στην αεροναυπηγική. Τα αερόπλοια χρησιμοποιούνται στα μέτωπα του 'Α και 'Β παγκοσμίου πολέμου αλλά η εξέλιξη τους έως σήμερα δεν είναι στα πλαίσια που θα περίμενε κανείς.



Graf von Zeppelin's LZ1, the world's first successful rigid airship

Figure 7- (Yoon, 2004)

Κατασκευές βαρύτερες του αέρα γίνονται κύριο θέμα αφήνοντας την εξέλιξη των αερόπλοιων σε ρόλο δευτερεύουσας σημασίας. Το 1799 ο Σερ Τζορτζ Κέλι προσδιορίζει την έννοια του αεροπλάνου (Crouch, 2020). Το 1804 κατασκευάζει το πρώτο ανεμόπτερο. Η πρώτη μηχανή της σύγχρονης εποχής βαρύτερη του αέρα που μπορεί να εκτελέσει πτήση, με κέντρο βάρους ρυθμιζόμενο από ένα βαρίδι. (Gibbs-Smith, 2003).

Ο Κέιλι είναι γνωστός ως «πατέρας του αεροπλάνου» (Fairlie, et al., 1965).



Figure 8- (The Information Architects of Encyclopaedia Britannica, 2020)

Η πρώτη μηχανοκίνητη ανύψωση πραγματοποιήθηκε από τον Φέλιξ Ντυ Ταμπλ, και το μονοπλάνο δικής του κατασκευής το 1874 (BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DE FRANCE, 2020).

Ο Ερίκο Φορλανίνι κατασκευάζει το πρώτο μη επανδρωμένο στροφειόπτερο (ελικόπτερο) το 1877 που είναι εξοπλισμένο με ατμομηχανή που του επιτρέπει την κάθετη ανύψωση σε ύψος 13 μέτρων (Mille Anni di Scienza, n.d.).

Στις 9 Οκτωβρίου 1890 ο Κλεμάν Αντέρ με την ατμοκίνητη μηχανή «Éole» πραγματοποιεί την πρώτη επανδρωμένη πτήση με απογείωση χάρη στην ισχύ της ίδιας της μηχανής του (Gibbs-Smith, 2004) .



Figure 9- (Hosch, 2007-2008)

Το ημερολόγιο γράφει 17 Δεκεμβρίου 1903 όταν οι αδερφοί Όρβιλ και Γουίλμπουρ Ράιτ κατακτούν τους αιθέρες με το αεροσκάφος «Wright Flyer» και ανοίγουν μια νέα σελίδα στην ανθρώπινη ιστορία (Anderson, 2004). Πλέον

τίποτα δεν φαντάζει ακατόρθωτο και νέοι στόχοι παίρνουν σειρά. Με συνεχή έρευνα και πειραματισμούς το «Flyer III» γίνεται το πρώτο πρακτικό αεροσκάφος (Dayton Metro Library, 2009).

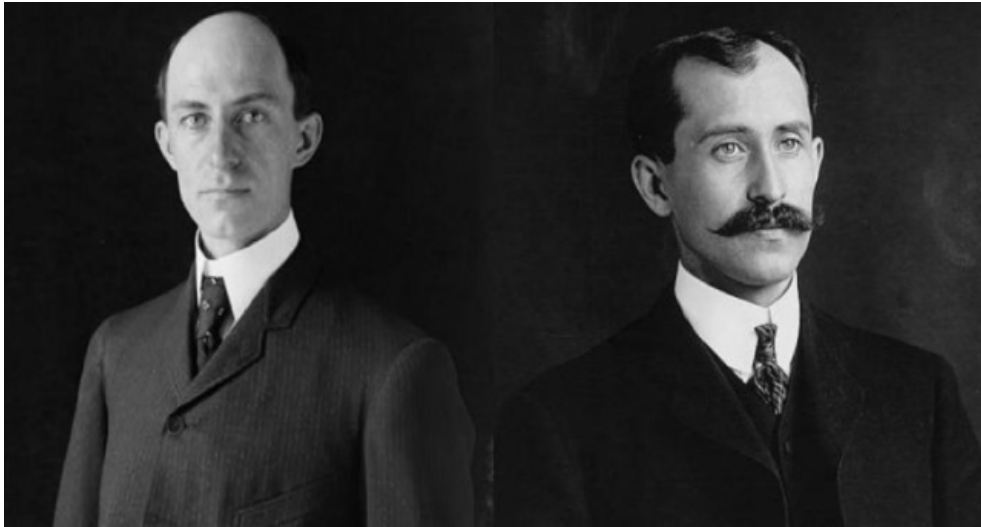


Figure 10- (Kelleway, 2016)

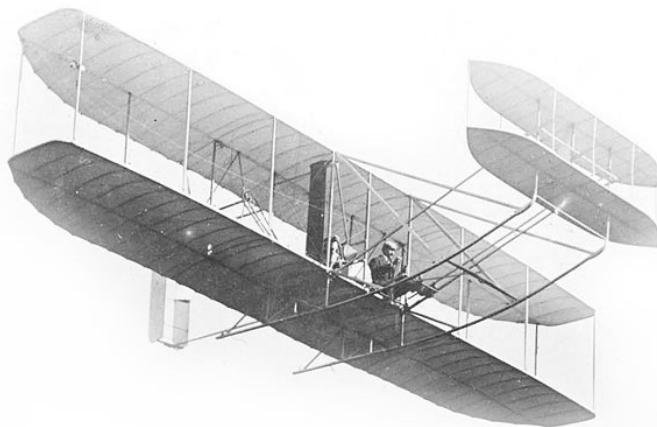


Figure 11- (The American Society of Mechanical Engineers, n.d.)

Μερικά χρόνια αργότερα(1914), λίγο πριν τον 'Α Π.Π., το πρώτο μεταλλικό αεροσκάφος «Vlaicu III» κατασκευάζεται στη Ρουμανία (Wilczynski, 1974).

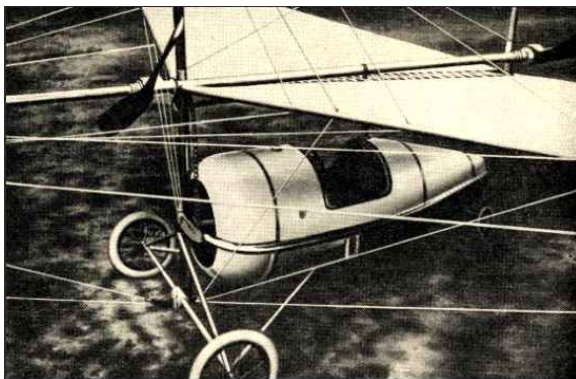


Figure 12- (earlyaviators, n.d.)

Ο Ουγκό Γιούνκερς (Γερμανός μηχανικός) πρωτοπορεί με τη χρήση αεροσκαφών πλήρους μεταλλικής κατασκευής το 1915.

Στο διάστημα του μεσοπολέμου (1918-1939) η σταδιακή αναβάθμιση των αεροσκαφών από χαμηλής ισχύος δίπλανα φτιαγμένα από ξύλο και πανί σε μονόπλανα αλουμινίου υψηλής ισχύος σηματοδοτεί την αρχή μιας νέας εποχής. Οι πρώτοι κινητήρες Jet (αεριώθησης) κάνουν την εμφάνισή τους τη δεκαετία του 1930 στη Γερμανία και τη Βρετανία. Το πρώτο αεριωθούμενο αεροσκάφος που κατασκευάζεται είναι το «Heinkel He 178» (Proctor, 2020).



Figure 13- (Staff, 2016)

Την ημέρα της παρθενικής του πτήσης το ημερολόγιο γράφει 27 Αυγούστου 1939 (Dieter, 1999).

Κατά το 'Β Π.Π. οι εμπλεκόμενες χώρες προσπαθούν να βρουν τρόπους να αποκτήσουν στρατηγικό πλεονέκτημα σε βάρος των αντιπάλων τους. Το 1941 το πρώτο πυραυλοκίνητο μαχητικό κάνει την εμφάνισή του στη Γερμανία. Το Messerschmitt Me 163 Komet εντάσσεται στις τάξεις της Γερμανικής πολεμικής αεροπορίας (Βαρσαμής, 2005).



Figure 14- (Miguel, 2014)

Η πρόοδος τα επόμενα χρόνια συνεχίζεται με αμείωτους ρυθμούς. Το 1947 ο Τσάκ Γίγκερ καταρρίπτει το φράγμα του ήχου με το πυραυλοκίνητο «Bell X-1» (Pisano, et al., 2006). Δέκα χρόνια αργότερα, το 1957 με την εκτόξευση του «Sputnik1» η Σοβιετική ένωση δείχνει το δρόμο για την

κατάκτηση του διαστήματος όντας η πρώτη χώρα που βάζει δορυφόρο σε τροχιά (Brzezinski, 2007).



Figure 15- (Chaturvedi, 2017)

Η πρώτη επανδρωμένη πτήση ανθρώπου στο διάστημα πραγματοποιείται το 1961. Ο Γιούρι Γκαγκάριν με το διαστημόπλοιο «ВОСТОК-1» θα κάνει μια περιστροφή γύρω από τη Γη προτού επιστρέψει έχοντας μείνει στην ιστορία ως ο πρώτος άνθρωπος στο διάστημα (Hanbury-Tenison, 2010).



Figure 16- (u/Reporter\_at\_large, 2019)

Φτάνοντας στη ψηφιακή εποχή (1980- σήμερα) ο σχεδιασμός των αεροσκαφών και των συστημάτων που αυτά είναι εξοπλισμένα (Spitzer, 1987) είναι πιο προηγμένος από ποτέ. Η εξέλιξη του διαδικτύου και των επιστημών παίζουν τεράστιο ρόλο σε αυτό και οι δυνατότητες που υπάρχουν είναι αμέτρητες.

Πλέον τα αεροσκάφη έχουν χαλαρή στατική σταθερότητα λόγω των αυτόματων και ημιαυτόματων συστημάτων που διαθέτουν. Η τεχνολογία «Stealth» (Rao, et al., 2007) τα κάνει μη ανιχνεύσιμα στο RADAR (RADio Detection And Ranging) (Abbreviations, 2021) . Το πρώτο αεροσκάφος αόρατο στο RADAR που κατασκευάστηκε ποτέ είναι το «Lockheed F-117 Nighthawk» (The official web site of the U.S. AIR FORCE, 2012).



Figure 17- (The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2017)

Με τη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας συστήματα που καθοδηγούν την πορεία ενός αεροσκάφους, την διορθώνουν και την υπολογίζουν ξεκινούν να αναπτύσσονται με ραγδαίους ρυθμούς. Η πρώτη πτήση του μη επανδρωμένου αεροσκάφους (Unmanned Aerial Vehicles, UAV's) «Global Hawk» πραγματοποιείται τον Φεβρουάριο του 1998 (Hoarn, 2013).



Figure 18- (Cohen, 2020)

Το πιο πρόσφατο επίτευγμα στην ιστορία της αεροπορίας ήταν αυτό του Αντρέ Μπόρσμπεργκ που διανύει απόσταση 8924χλμ από τη Ναγόνα της Ιαπωνίας έως τη Χονολουλού της Χαβάης σε πέντε ημέρες. Το αεροσκάφος με όνομα «Solar Impulse 2» έχει ως πηγή ενέργειας τον ίδιο τον Ήλιο (Borschberg & Piccard, 2015).





Figure 19- (Sorell, 2015/2016)

### 1.3 Ιστορική Αναδρομή Μη Επανδρωμένων Εναέριων Συστημάτων

Τα πρώτα UAV χρησιμοποιούνται από τους Αυστριακούς το 1849 όπου αερόστατα γεμάτα εκρηκτική ύλη, με τη βοήθεια του ανέμου, απελευθερώνονται προς τη Βενετία από τα πλοία «Vulcano» (Naughton, 2003).

Υπολογίζεται από τους ιστορικούς πως τα πρώτα UAV's κατασκευάζονται κατά τη διάρκεια ή μετά το τέλος του 'Α ΠΠ βασισμένα στην τεχνική ραδιοελέγχου του Άρτσιμπαλ Λόου (Bloom, 1958).



Figure 20- (Boyle, 2020)

Το 1916 κατασκευάζεται το «Ruston Proctor Aerial Target» (Munson & Taylor, 1977) ενώ ακολουθεί το «Hewitt-Sperry Automatic Airplane» το Σεπτέμβριο του ίδιου έτους (Stoff, 2001).

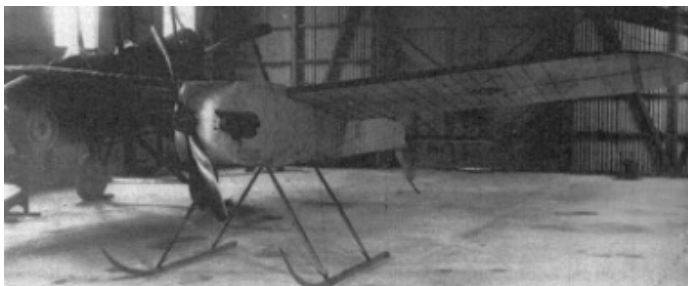


Figure 21- (Warne, 2012)

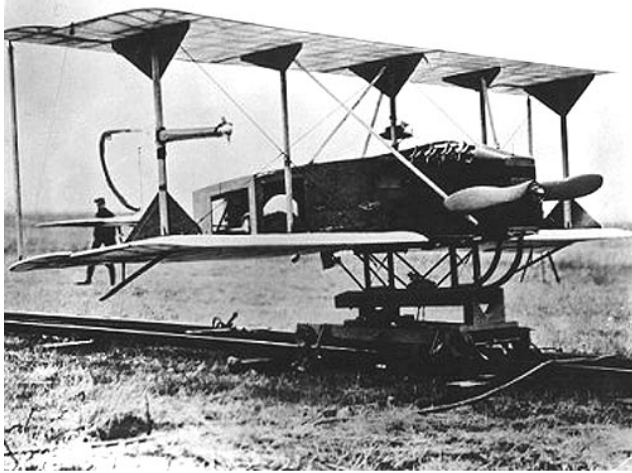


Figure 22- (Budanovic, 2017)

Ο πρόγονος των σημερινών κατευθυνόμενων πυραυλικών συστημάτων κατασκευάζεται το 1918. Ο λόγος για το «Kettering Bug» μια εναέρια τορπίλη όπως χαρακτηρίζεται με εμβέλεια 121 χλμ. (Everett, 2015).



Figure 23- (Budanovic, 2017)

Την περίοδο του μεσοπολέμου τις πρώτες επιτυχίες στην κατασκευή «Drone» της μέχρι τότε εποχής ακολουθεί η κατασκευή του «Fairey Queen» βασισμένο στην τεχνολογία ραδιοελέγχου (Linwood, 1963) και του «Queen Bee» βασισμένο στην ίδια τεχνολογία. Το όνομα «Queen Bee» οδήγησε στην χρήση του όρου «drone» ( βομβός ) για τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, ειδικά όταν είναι ραδιοελεγχόμενα (Linwood, 1963). Το «Queen Bee» χαρακτηρίζεται και ως «Mother of drones» (Dekoulis, 2018).

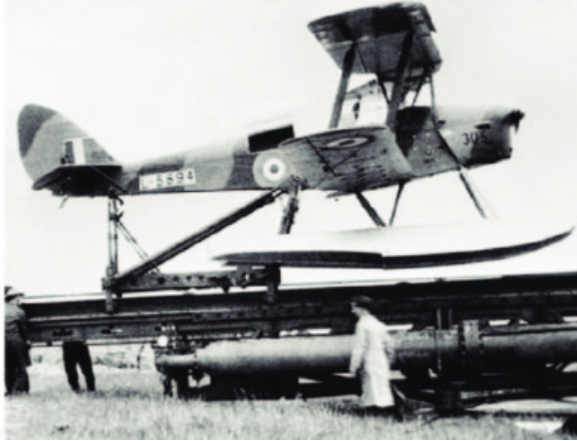


Figure 24- (Dekoulis, 2018)

Η εξέλιξη των drones για στρατιωτική χρήση συνέχισε άκοπα. Το 1941 κατασκευάζεται το πρώτο drone εξοπλισμένο με τηλεοπτική κάμερα. (Zaloga, 2008)

Μετά τον πόλεμο η «McDonnell Douglas» (McDonnell Douglas, n.d.) κατασκευάζει τον πρώτο κινητήρα αερίωθησης παλμού «TD2D Katydid» (Yenne, 2006).

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας τα drone αναβαθμίζονται συστηματικά. Χρησιμοποιούνται σε όλες τις μετέπειτα μεγάλες στρατιωτικές συγκρούσεις και αποδεικνύονται μια έμπιστη πηγή συλλογής πληροφοριών. Η ικανότητα τους να πλήξουν στόχους σε μεγάλη εμβέλεια τα καταξιώνει ως ένα όπλο αναντικατάστατο για όποιον το διαθέτει.

Με την πάροδο των χρόνων τα drone εισβάλουν σε όλα τα επιστημονικά πεδία. Οι χρήσεις των drone ποικίλουν και τα κριτήρια αναβάθμισης, τα υλικά και ο τρόπος χειρισμού αναλογούν στον τύπο και το σκοπό κάθε drone ξεχωριστά.

Φτάνοντας στο σήμερα ο ρόλος των drone εκτός από στρατιωτικός, ερευνητικός και επιστημονικός είναι και ψυχαγωγικός. Ο καθένας έχει τη δυνατότητα να προμηθευτεί ένα από τη μεγάλη ποικιλία που υπάρχει στο εμπόριο και να πραγματοποιήσει μια πτήση, με το προσωπικό του πλέον drone, αρκεί να τηρήσει το νομικό πλαίσιο που υπάρχει.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Unmanned Air Vehicles (UAVs) – Drones

### 2.1 Ορισμός

Σύμφωνα με το νομοθετικό καταστατικό της ελληνικής κυβέρνησης, τα drones ή μη επανδρωμένα εναέρια μηχανήματα, ονομάζονται Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (ΣμηΕΑ) γνωστά και ως Unmanned Aircraft Vehicles (UAVs) (Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών - Ελληνική Δημοκρατία, 2020).

### 2.2 Νομοθεσία περί πολιτικής χρήσης των UAVs

Όσον αφορά την πολιτική χρήση των UAVs, ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους καθώς και την γεωγραφική περιοχή στην οποία χρησιμοποιούνται, μπορούν να ανήκουν στις εξής κατηγορίες: «ανοικτή», «ειδική» και «πιστοποιημένη». Ειδικότερα στον τομέα της γεωπονίας το βάρος των εξαρτημάτων που εμπεριέχουν επηρεάζει την υποκατηγορία της «ανοικτής» κατηγορίας η οποία τα χαρακτηρίζει: A0, αν το βάρος τους είναι μικρότερο του ενός κιλού, και A1, αν το βάρος τους κυμαίνεται μεταξύ του ενός και τεσσάρων κιλών.

Εφόσον εντός της συγκεκριμένης πτυχιακής τα UAVs έχουν οριστεί με βάση τις δύο παραπάνω υποκατηγορίες, μπορούμε να εξετάσουμε περαιτέρω τις αναγκαίες διαδικασίες για την πτήση αυτών καθώς και τις προβλεπόμενες ενέργειες των χειριστών τους (Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών - Ελληνική Δημοκρατία, 2020).

Ο χειριστής του UAV σύμφωνα με το Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών όσον αφορά την επαγγελματική χρήση οχημάτων που ανήκουν στις υποκατηγορίες A0 & A1 είναι αναγκαία η Άδεια Χειριστή ΣμηΕΑ. Επιπροσθέτως χρειάζεται η χορήγηση της Άδειας Εκμετάλλευσης ΣμηΕΑ.

Σχετικά με τις απαραίτητες προετοιμασίες για την πτήση του UAV, ο εκάστοτε χρήστης πρέπει να εγκαταστήσει το διαδικτυακό σύστημα UAS-FRSS το οποίο έχει ως στόχο την αρμονικότερη συνεργασία των διαφόρων επαγγελματικών και μη, φορών. Μέσω αυτού του συστήματος μειώνονται οι πιθανότητες ατυχημάτων μεταξύ των ιπτάμενων μηχανημάτων, καθώς και των παραβιάσεων αποκλεισμένων περιοχών από την Ελληνική Κυβέρνηση. Τα δύο μέρη του UAS – FRSS είναι τα YEΔ και DAGR (Drone Aware – GR). Στο πρώτο πεδίο ολοκληρώνεται η εγγραφή των πολιτών καθώς και η εξυπηρέτησή τους, ενώ στο δεύτερο αναφέρονται οι γεωγραφικοί περιορισμοί καθώς και οι πορείες όλων των UAVs. Η δήλωση του ΣμηΕΑ στο προαναφερθέν υπουργείο για χρήση αγροτικής καλλιέργειας είναι υποχρεωτική σε αντίθεση με την υποβολή του σχεδίου πτήσης στο DAGR.

Παρόλα αυτά η χρήση του DAGR για έναν απλό επαγγελματία δεν είναι βιώσιμη, καθώς πέραν της συνεχούς χρήσης της αγγλικής γλώσσας, ορισμένες αεροπορικές γνώσεις για την κατανόηση του συστήματος αυτού είναι αναγκαίες. Επομένως ο χρήστης θα πρέπει να γνωρίζει μονάδες μέτρησης που χρησιμοποιούνται στην αεροναυπηγική, όπως ναυτικά μίλια και πόδια, καθώς και την σημασία συνήθεις συντομεύσεων όπως MSL, AGL, FIR, TMA και CTR.

Επιπλέον, ένας επαγγελματίας αγροτικής καλλιέργειας θα χρειαστεί και μια Άδεια Χειριστή ΣμηΕΑ από τις προβλεπόμενες κατηγορίες. Λόγω του βάρους των UAVs που η συγκεκριμένη πτυχιακή διαπραγματεύεται, η κατηγορία UAS Pilot A και B συνιστάται, για την χρήση οχήματος κάτω του ενός κιλού και έως τεσσάρων κιλών αντίστοιχα.

Σύμφωνα με το ΦΕΚ (Απόφαση Διοικητή Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας, 2016) ένα UAV θα πρέπει να ίπταται έως τα 400 πόδια σε υψόμετρο από την επιφάνεια του εδάφους (AGL) ή την στάθμη της θάλασσας (MSL). Επίσης τα χρονικά περιθώρια για την πραγματοποίηση της πτήσης έχουν καθοριστεί ως μισή ώρα πριν την ανατολή και μισή ώρα μετά την δύση του ηλίου.

Για να εγκριθεί ένα μη επανδρωμένο αεροσκάφος για επαγγελματικούς σκοπούς είναι αναγκαία η χορήγηση άδειας από τη Διεύθυνση Αεροπορικής Εκμετάλλευσης. Τα απαραίτητα έγγραφα για την πραγματοποίηση της παραπάνω διαδικασίας έχουν οριστεί ως εξής (Απόφαση Διοικητή Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας, 2016):

- Βεβαίωση εγγραφής του ΣμηΕΑ στο Μηολόγιο ΣμηΕΑ
- Βεβαίωση εγγραφής του εκμεταλλεζόμενου και του χειριστή του ΣμηΕΑ στο ειδικό Μητρώο της ΥΠΑ
- Ασφαλιστήριο συμβόλαιο
- Παράβολο που προβλέπεται στην εκάστοτε ισχύουσα κοινή υπουργική απόφαση
- Βεβαίωση των εξουσιοδοτημένων για την εκπαίδευση χειριστών ΣμηΕΑ περί εκμάθησης των απαιτούμενων κατά περίπτωση και αναλόγως της κατηγορίας του ΣμηΕΑ βασικών γνώσεων κανόνων εναερίου κυκλοφορίας η/και χειριστού αεροσκαφών πολιτικής Αεροπορίας

Ακολουθεί η εξέταση των παραπάνω δικαιολογητικών με το πέρας της οποίας θα εκδοθεί η προαναφερθέντα άδεια. Μετά το πέρας 12 μηνών από την χορήγηση της άδειας η επανάληψη της διαδικασίας είναι αναγκαία για την ανανέωσή της, δηλαδή η παρουσίαση των δικαιολογητικών και του αναγκαίου παραβόλου.

## 2.3 Κατηγοριοποίηση

Τα UAVs μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση πληθώρας κριτηρίων. Όσον αφορά τον αριθμό των ελίκων και το μέγεθος, στην αγορά μπορούμε να βρούμε τα εξής (AircraftCompare.com, 2021):

1. Single – Rotor Drones, το πιο σύνηθες τύπου drone. Γίνεται η χρήση ενός στροφείου και είναι ιδανικά για πτήσεις μεγάλου χρονικού διαστήματος. Λόγω του μεγάλου μεγέθους τους καθώς και του κόστους τους (20,000€ - 250,000€) δεν καθίστανται ιδανικά για την χρήση τους σε θερμοκηπιακές μονάδες
2. Multi – Rotor Drones, σε αυτό το είδος ανήκουν όσα μηχανήματα χρησιμοποιούν παραπάνω από έναν έλικα. Αυτό τα βοηθάει να διατηρούνε την ισορροπία τους ευκολότερα καθώς και να μένουν σε ένα συγκεκριμένο ύψος. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι ως επί το πλείστον όσο περισσότερα στροφεία υπάρχουν, τόσο λιγότερος θα είναι ο χρόνος πτήσης ο οποίος είναι γύρω στη μισή ώρα. Το κόστος τους κυμαίνεται μεταξύ 4,000€ και 55,000€.
3. Fixed – Wing Drones, η εμφάνιση αυτής της κατηγορίας θυμίζει περισσότερο αεροπλάνο και όχι το στυλ ελικοπτερου όπως τα υπόλοιπα drones. Η χρήση της δύναμης της ανύψωσης τα κρατούν στον αέρα μέσω των σταθερών φτερών τους. Είναι ιδανικά για μέγιστες αποστάσεις.
4. Small Drones, σε αντίθεση με της προηγούμενες κατηγορίες, ο όρος «μικρά» drones αναφέρεται σε οχήματα με μέγεθος μεταξύ των 50 και 200 εκατοστών. Είναι ιδανικά για εναέριες φωτογραφίες και βίντεο, ενώ το κόστος τους ανέρχεται γύρω στα 80€.

Άλλο ένα είδος κατηγοριοποίησης (Australian Government - Civil Aviation Safety Authority, 2021), όπως εξετάστηκε στο νομικό πλαίσιο αυτής της ενότητας είναι με βάση το βάρος των UAVs.

Μέγεθος	Βάρος
Μίκρο	< = 250γρ.
Πολύ μικρό	250,01 γρ. έως και 2 κιλά
Μικρό	2,01 κιλά έως και 25 κιλά
Μεσαίο	25,01 κιλά έως και 150 κιλά
Μεγάλο	Περισσότερο από 150 κιλά

Η τελευταία κατηγοριοποίηση την οποία θα πραγματοποιηθεί η παρούσα πτυχιακή είναι με βάση την χρήση των drones (Μαρκάτης, 2017). Συγκεκριμένα, μπορούν να διαχωριστούν στις εξής υποκατηγορίες:

- Drones Καταναλωτών
- Drones Εμπόρων και Επιχειρηματιών
- Drones Διακυβέρνησης

Με βάση τις παραπάνω κατηγορίες, εμείς θα εξετάσουμε την χρήση του **μικρο ή πολύ μικρό multi – rotor**, για **εμπόρους και επιχειρηματίες** drone ή UAV. Ο πιο συνήθης τύπος UAV όσον αφορά την χρήση του σετ αγροτικές καλλιέργειες είναι το τετρακόπετρο (quadcopter) λόγω του χαμηλού κόστους, της ευκολίας στην καθοδήγησή του και το μέγεθός του.



Figure 25- (ADI, 2021).

## 2.4 Σύνθεση συστημάτων - Τεχνικά χαρακτηριστικά

### 2.4.1 Υποσυστήματα UAV

Παρόλο που το αερόχημα βρίσκεται στο επίκεντρο της έρευνάς μας, τα υποσυστήματα τα οποία απαρτίζουν το UAV, πρέπει να αναφερθούν για την κατανόηση του αναγνώστη. Τα υποσυστήματα ενός UAV παρουσιάζονται παρακάτω (Hobbs, 2010):

1. Σταθμός Ελέγχου-Control Station (CS)
2. Το ωφέλιμο φορτίο- Payload
3. Το αεροσκάφος- Air vehicle
4. Σύστημα πλοήγησης - Navigation system

5. Εξοπλισμός δρομολόγησης, αποκατάστασης και ανάκτησης - Launch, recovery and retrieval equipment

6. Επικοινωνίες - Communications

7. Διασυνδέσεις - Interfaces

Τα παραπάνω θα εξεταστούν με βάση την χρήση του UAV όπως πραγματεύεται η παρούσα πτυχιακή, δηλαδή στην εφαρμογή του στο περιβάλλον του θερμοκηπίου.

Ο σταθμός ελέγχου αποτελεί το μέσο διάδοσης των εντολών από τον χρήστη στο όχημα. Είναι δηλαδή το κέντρο ελέγχου στο οποίο τα τηλεμετρικά δεδομένα επεξεργάζονται προβάλλονται και μεταφέρονται. Σε αυτό το σύστημα επικοινωνίας ανήκει και ο πομπός (τηλεχειριστήριο) το οποίο θα αναλυθεί παρακάτω. Η ροή των πληροφοριών είναι διπλή καθώς πραγματοποιείται τόσο από το τηλεχειριστήριο στο όχημα (upload) και από το όχημα στο χειριστήριο (download). Η μετάδοση των σημάτων από πομπό σε δέκτη πραγματοποιείται μέσω ραδιοσυχνοτήτων, ακτίνας λέιζερ ή οπτικών ινών. Στην περίπτωση του τετρακοπτέρου σε ένα θερμοκήπιο, ο πιθανότερος τρόπος μετάδοσης των παραπάνω πληροφοριών είναι οι ραδιοσυχνότητες, λόγω του μεγάλου αριθμού οχημάτων που τις χρησιμοποιούνε στο εμπόριο.

#### 2.4.2 Αισθητήρες Πλοήγησης

- Σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS)

Για να επιτευχθεί η απομακρυσμένη οδήγηση του εκάστοτε UAV, είναι αναγκαία η συνεχής ανατροφοδότηση πληροφοριών όσον αφορά τις βασικές μετρήσεις του μηχανήματος. Μέσω μιας κεραίας GPS μπορεί να προσδιοριστεί η θέση, το ύψος καθώς και η ταχύτητά του. Επιπλέον σε πιο προχωρημένα συστήματα είναι δυνατή η αυτόνομη επιστροφή στο σημείο απογείωσης κατά βούληση του χειριστή ή σε περίπτωση αποσύνδεσης του πομπού (Παπαδημητρίου , 2019).



Figure 26- (Fthinoulis, 2021)



- Βαρόμετρο

Το συγκεκριμένο όργανο μπορεί να προσδιορίσει με ακρίβεια το ύψος του UAV. Αυτό συμβαίνει μέσω της συνεχής μέτρησης της πίεσης του αέρα. Η διαφορά μεταξύ του συγκεκριμένου σένσορα και του GPS βρίσκεται στην μεγαλύτερη ακρίβεια του βαρομέτρου λόγω της χρήσης της μηχανικής υπόστασης του σε αντίθεση με την ανταλλαγή σημάτων που παρέχει το GPS για την μέτρηση του ύψους. Τέλος, ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που παρέχει αυτό το εργαλείο είναι η ενεργοποίηση του τρόπου κράτησης σε ένα σταθερό ύψος.



Figure 27- (Banggood, 2021)

- Γυροσκόπιο

Ίσως από τους σημαντικότερους αισθητήρες για την πλοήγηση του UAV είναι το γυροσκόπιο. Εδώ βρίσκεται ο μηχανισμός μέτρησης και διατήρησης προσανατολισμού που επιτυγχάνεται μέσω της περιστροφής εξωτερικών μερών.

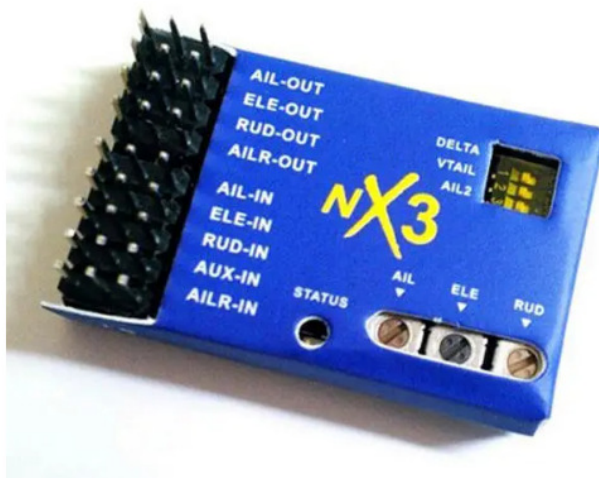


Figure 28- (Banggood, 2021)

- Επιταχυνσιόμετρο

Η συσκευή αυτή μας επιτρέπει να μετρήσουμε με ακρίβεια την μεταβολή ταχύτητας (Unmanned Systems Technology, 2021) το οποίο είναι χρήσιμο σε περιπτώσεις κλειστών χώρων, όπου τα εμπόδια είναι σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους.

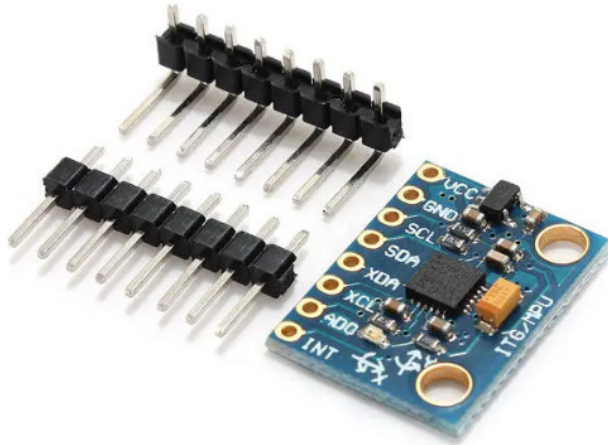


Figure 29- (Banggood, 2021)

### 2.4.3 Hardware

- Σκελετός (frame)

Το μεγαλύτερο μέρος ενός UAV αποτελεί ο σκελετός – πλαίσιο αφού αυτό χρησιμοποιείται ως η βάση στην οποία όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα τοποθετούνται. Όσον αφορά τα τετρακόπτερα, αποτελούνται από τέσσερις βραχίονες σε ίση απόσταση από το κέντρο του σκελετού με έναν έλικα στον καθένα.



Figure 30- (Banggood, 2021)

- Ελεγκτής πτήσης (flight controller)

Ο εγκέφαλος του οχήματος είναι η κεντρική μονάδα ή ελεγκτής πτήσης μέσω της οποίας πραγματοποιούνται όλοι οι αναγκαίοι υπολογισμοί για την επίτευξη της πτήσης. Το συγκεκριμένο μέρος είναι άμεσα συνδεδεμένο με την απόδοση των κινητήρων. Αυτό επηρεάζει τον χρόνο πτήσης, το ποσοστό χρήσης της μπαταρίας καθώς και την αντοχή των ελίκων.

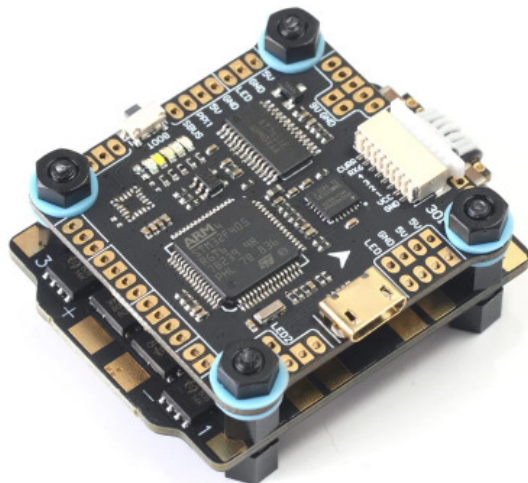


Figure 31- (Banggood, 2021)

- Κινητήρες

Εδώ βρίσκεται το κυρίως κομμάτι της ισχύος του συστήματος, η οποία εξαρτάται από την επιλογή των κινητήρων. Για να μπορέσουμε να κάνουμε την σωστή επιλογή τους, πρέπει να γνωρίζουμε το συνολικό βάρος του UAV που μπορεί να υπολογιστεί από το άθροισμα του βάρους όλων των εξαρτημάτων που είναι αναγκαία για την εκάστοτε χρήση του οχήματος.



Figure 32- (Banggood, 2021)

- Τηλεκατεύθυνση (πομπός και δέκτης)

Η πλοήγηση του UAV επιτυγχάνεται μέσω της συνεχούς επικοινωνίας του πομπού, τηλεχειριστήριο στα χέρια του χρήστη, και του δέκτη, τοποθετημένος στο όχημα. Αυτή η επικοινωνία γίνεται μέσω συχνοτήτων που μεταδίδουν τις εντολές του χειριστή από τον πομπό στον δέκτη.



Figure 33- (banggood, 2021)

- Μπαταρία

Ένα σημαντικό κομμάτι του συνολικού βάρους βρίσκεται στην μπαταρία αφού είναι υπεύθυνη για την παροχή της απαιτούμενης ενέργειας που χρειάζονται όλα τα εξαρτήματα. Κάποιες από τις παραμέτρους για την επιλογή της είναι η χωρητικότητα, το βάρος, η μέγιστη ένταση ρεύματος, η ταχύτητα φόρτισης και οι κύκλοι ζωής της.

Δυστυχώς η εξέλιξη της μπαταρίας σαν τεχνολογία δεν συμβαδίζει με αυτή των λοιπών ηλεκτρικών κυκλωμάτων το οποίο μεταφράζεται σε πολύ μεγαλύτερο βάρος της μπαταρίας από τα υπόλοιπα εξαρτήματα. Έτσι η χωρητικότητα της είναι ανάλογη με το μέγεθος και συνεπώς με το βάρος της. Η πιο σύνηθες μπαταρία είναι η τύπου λιθίου και ιόντων πολυμερούς (Παπαδημητρίου , 2019), Li – Po λόγω του κόστους παραγωγής της.



Figure 34- (Banggood, 2021)

- Κάμερα

Η κάμερα, ειδικά για την χρήση σε θερμοκήπια, είναι πολύ σημαντική καθώς θα είναι το βασικό κομμάτι επικοινωνίας μεταξύ του τι «βλέπουν» το όχημα και ο χρήστης. Συνήθως είναι μικρού μεγέθους και υψηλής ευκρίνειας (HD, 2K, 4K) (Μαρκάτης, 2017).



Figure 35- (Banggood, 2021)

#### 2.4.4 Εικονοληπτικοί αισθητήρες

Με αφορμή την αναφορά στις κάμερες ως κομμάτι του hardware, αξίζει να αναλυθούν περαιτέρω αφού αποτελούν ένα αναντικατάστατο κομμάτι του UAV στην εφαρμογή του στον αγροτικό τομέα. Η διάκριση των εικονοληπτικών αισθητήρων είναι η εξής: αισθητήρων ορατού φάσματος, πολυφασματικές κάμερες, υπερφασματικές κάμερες θερμικού, κάμερες θερμικής απεικόνισης, σαρωτές λέιζερ και ραντάρ (Νίκη, 2018).

- Αισθητήρες ορατού φάσματος

Λειτουργώντας σε κλίμακα μήκους κύματος 0,4-0,7 $\mu\text{m}$  (μικρόμετρα), μετατρέπουν την εικόνα σε ραδιοφωνική συχνότητα μεταφέροντάς την στον πομπό.

- Πολυφασματικές κάμερες

Στην κλίμακα μεταξύ των 350 και 1000nm (νανόμετρα) του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, οι συγκεκριμένοι αισθητήρες εστιάζονται στον εντοπισμό της ανωμαλίας του εδάφους.

- Υπερφασματικές κάμερες

Οι κάμερες αυτές λειτουργούν στην φασματική ζώνη του φωτός, 350 – 2500nm, λαμβάνοντας περισσότερες ζώνες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος σε ένα ευρύτερο φάσμα μήκων κύματος.

- Κάμερα θερμικής απεικόνισης

Η θερμική ακτινοβολία απαρτίζεται από τα μήκη κύματος των 0,7 – 1000  $\mu\text{m}$  ενώ οι κάμερες θερμικής απεικόνισης εστιάζονται σε δύο τμήματα αυτής, των 3 – 5  $\mu\text{m}$  και 7 – 15 $\mu\text{m}$ . Αυτά τα τμήματα είναι μικρού και μεγάλου μήκους κυμάτων IR (InfraRed) αντίστοιχα. Ειδικοί υποδοχείς καμερών που υποστηρίζουν την θερμική απεικόνιση, μετατρέπουν την οθόνη σε μονόχρωμη για να διευκολύνουν τον εντοπισμό της από το ανθρώπινο μάτι.

- Laser σαρωτές

Χρησιμοποιώντας από το υπεριώδες έως και το μακρό υπέρυθρο τμήμα του φάσματος με μετρούν την απόσταση από ένα στόχο μέσω ακτινών laser.

- RADAR

Μέσω μιας κεραίας τοποθετημένη πλαγίως στο UAV και κάθετη προς την κατεύθυνση της πτήσης εκπέμπονται τόσο το εξερχόμενο όσο και το εισερχόμενο σήμα για την παρακολούθηση του εδάφους. Τα αντικείμενα που αντανακλούν τα σήματα RADAR καθορίζουν την φωτεινότητα της εικόνας που επιστρέφεται στον πομπό ανάλογα με την ποσότητα του σήματος που επιστρέφονται στην κεραία.

### 2.4.5 Software

Για την ενσωμάτωση των παραπάνω αισθητήρων, σε περίπτωση που ο χρήστης του UAV έχει επιλογή στον τρόπο που θα επιτευχθεί, η καλύτερη επιλογή είναι αυτή του Raspberry Pi (Joosen, et al., 2015). Έχει την καλύτερη

απόδοση τόσο σε θέμα hardware όσο και software το οποίο του δίνει τη δυνατότητα να υπολογίζει δεδομένα κατά την συλλογή τους, Τέλος, αποδίδει καλύτερα όταν είναι συνδεδεμένο σε δίκτυα Wi – Fi καθώς και στην ανταλλαγή δεδομένων με άλλες συσκευές.

Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή φωτογραμμετρικών μοντέλων μέσω της λήψης εικόνων από το UAV (Νίκη, 2018). Για την επεξεργασία των εικόνων είναι απαραίτητη η χρήση προγραμμάτων φωτογραμμετρικών μοντέλων τα οποία διαχωρίζονται σε διαδικτυακές εφαρμογές ανοικτού κώδικα ή με πληρωμή καθώς και λογισμικών (desktop) μέσω της χρήσης επί πληρωμής άδειας.

Οι εφαρμογές ανοικτού κώδικα επιτρέπουν στους χρήστες να αλλάξουν τον κώδικα ώστε να χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή όπως ακριβώς επιθυμεί ο χρήστης. Παρακάτω γίνεται μια ανάλυση των βασικότερων εφαρμογών ανοικτού κώδικα:

- Open Drone Map

Αυτό το πρόγραμμα επιτρέπει την επεξεργασία εικόνων από την λήψη εικόνων του UAV. Το πλεονέκτημά του είναι η μετατροπή των εικόνων σε 3D γεωγραφικά μοντέλα το οποίο είναι πολύ χρήσιμο στην εφαρμογή του σε γεωργικές εφαρμογές.

- APS

Επεξεργάζεται μεγάλο μεγέθους δεδομένα από την λήψη εικόνων. Οι αεροφωτογραφίες μετατρέπονται τόσο σε 3D μοντέλα όσο και σε 2D χάρτες με ακρίβεια εκατοστού.

- Visual SFM

Εκτελεί εντολές πολύ γρήγορα καθώς εκμεταλλεύεται πολλαπλές παραμέτρους αντίχενυσης και αντιστοίχισης χαρακτηριστικών και προσαρμογής δέσμης.

Οι διαδικτυακές εφαρμογές επί πληρωμή χωρίζονται στις παρακάτω:

- Precision - Mapper

Αυτόματα εναέρια δεδομένα επεξεργάζονται μέσω της χρήσης μεγάλης βιβλιοθήκης εργαλείων ανάλυσης και μετρήσεων όγκου.

- Drone - Mapper

Ακριβείς λύσεις χαρτογράφησης παραγωγής dense point cloud (πυκνό νέφος σημείων), 2D και 3D μοντέλων επεξεργάζονται μέσω αυτοματοποιημένες εικόνων.

- Map Made Easy

Αυτό το πρόγραμμα επιτρέπει την χρήση λογισμικού χαρτογράφησης μέσω της ακριβής επεξεργασίας δεδομένων. Η παραγωγή 3D χαρτών καθώς και η μέτρηση όγκου οδηγεί στην διαδικασία της γεωαναφοράς, ευθυγραμμίζοντας τις εικόνες με γνωστά σημεία του εδάφους.

- Drone - Deploy

Αυτοματοποιημένη χαρτογράφηση τόσο για αρχάριους όσο και για επαγγελματίες επιτρέπεται μέσω αυτού του προγράμματος καθώς και η πραγματοποίηση σχεδίων πτήσεων από οποιαδήποτε συσκευή καθώς και η δημιουργία 3D μοντέλων εδάφους.

Η τελευταία κατηγορία που θα αναλυθεί στο παρόν έγγραφο, είναι οι desktop εφαρμογές επί πληρωμή, οι οποίες διαχωρίζονται σε:

- Agisoft Photoscan

Εκτελεί φωτογραμμετρική επεξεργασία αεροφωτογραφιών, δορυφορικών εικόνων και εικόνων που έχουν ληφθεί από UAV. Το συγκεκριμένο λογισμικό παρέχει τα παρακάτω: αεροτριγωνισμός – ευθυγράμμισης εικόνων, ένωση φωτογραφιών, dense point cloud, εξαγωγής ψηφιακού μοντέλου ανύψωσης (DEM), ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DSM), ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας (DTM), εξαγωγή ορθοφωτοχάρτη και ορθομωσαϊκού καθώς και δημιουργία μοντέλου 4D διαστάσεων.

- Corellator3D

Η εταιρεία SimActive που το έχει δημιουργήσει, έχει δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για τη δημιουργία υψηλής ποιότητας γεωργικών δεδομένων. Επίσης εκτελεί αεροτριγωνισμό, dense point cloud, εξαγωγή DSM, DTM και παραγωγή διανυσματικών 3D μοντέλων.

- ERDAS IMAGINE UAV

Γίνεται παραγωγή φωτογραμμετρικών μοντέλων, επεξεργασία εικόνων, παραγωγή αεροτριγωνισμού, dense point cloud, και παραγωγή 3D μοντέλων.

- PIX4D Mapper

Επεξεργάζεται αυτόματα επίγειες φωτογραφίες αλλά και αεροφωτογραφίες των UAV χρησιμοποιώντας ένα προηγμένο σύστημα βασισμένο στο περιεχόμενο της εικόνας. Παρέχει αυτόματη επεξεργασία και παραγωγή αποτελεσμάτων, αυτόματη βαθμονόμηση κάμερας, αυτόματος εσωτερικός ή εξωτερικός προσανατολισμός της



κάμερας, αυτόματη δημιουργία dense point cloud και παραγωγή λεπτομερούς 3D μοντέλου.

- **PIXPROCESSING SOFTWARE**

Προσφέρει καινοτόμες μεθόδους και παρέχει τις πιο αποδοτικές, βιώσιμες και οικονομικά αποδοτικές λύσεις στον τομέα του σχεδιασμού του φωτογραμμετρικού μοντέλου. Συγκεκριμένα έχει δυνατότητες προσαρμοστικότητας της φωτογραμμετρίας, απλή, ακριβής και λεπτομερής ανακατασκευή και επεξεργασία αντικειμένων για την παραγωγή 3D μοντέλων, παραγωγή και εξαγωγή DEM και DTM καθώς και μεγάλης ακριβείας ορθοφωτοχάρτη.

## **2.5 Επιλογή Και Χρήση Αισθητήρων Στα UAVs Στο Θερμοκήπιο**

Οι αισθητήρες ενσωματώνονται στα drone για την πραγματοποίηση δύο κύριων σκοπών.

A) Την περισυλλογή πληροφοριών και δεδομένων και την αποθήκευση αυτών. Τα δεδομένα αυτά έχουν χρονικό στίγμα στο οποίο συλλέχτηκαν και συντεταγμένες του μέρους από το οποίο αντλήθηκαν.

B) Την ικανότητα επικοινωνίας μεταξύ του συστήματος που είναι υπεύθυνο για τους αισθητήρες του drone και του συστήματος που είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση του θερμοκηπίου.

Ο κύριος τύπος drone που χρησιμοποιείται στα θερμοκήπια είναι τα quadcopters λόγω του μειωμένου μεγέθους, το χαμηλό τους κόστος και την ικανότητα χρήσης κατάλληλου εξοπλισμού που εξαρτάται από τις ανάγκες κάθε καλλιέργειας (ScienceDaily, 2015).

### **2.5.1 Η θέση Των Αισθητήρων Στο Σκελετό Του Drone**

Οι αισθητήρες είναι επιλεγμένοι με βάση αυτόν τον τύπο drone και τα χαρακτηριστικά του. Οι αισθητήρες πρέπει να λειτουργούν χωρίς να δέχονται παρεμβολές. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας και ο αισθητήρας υγρασίας επηρεάζονται από τα επίπεδα της ηλιακής ακτινοβολίας και από τα ρεύματα αέρα προερχόμενα από τους έλικες του quadcopter. Ο αισθητήρας φωτεινότητας επηρεάζεται από τα επίπεδα της ηλιακής ακτινοβολίας ενώ ο αισθητήρας διοξειδίου του άνθρακα από τα ρεύματα αέρα από τους έλικες αντίστοιχα. (ResearchGate, 2015)

Ακολουθούν σχήματα σχετικά με την κίνηση των ρευμάτων αέρα κατά την κίνηση των ελίκων του drone.

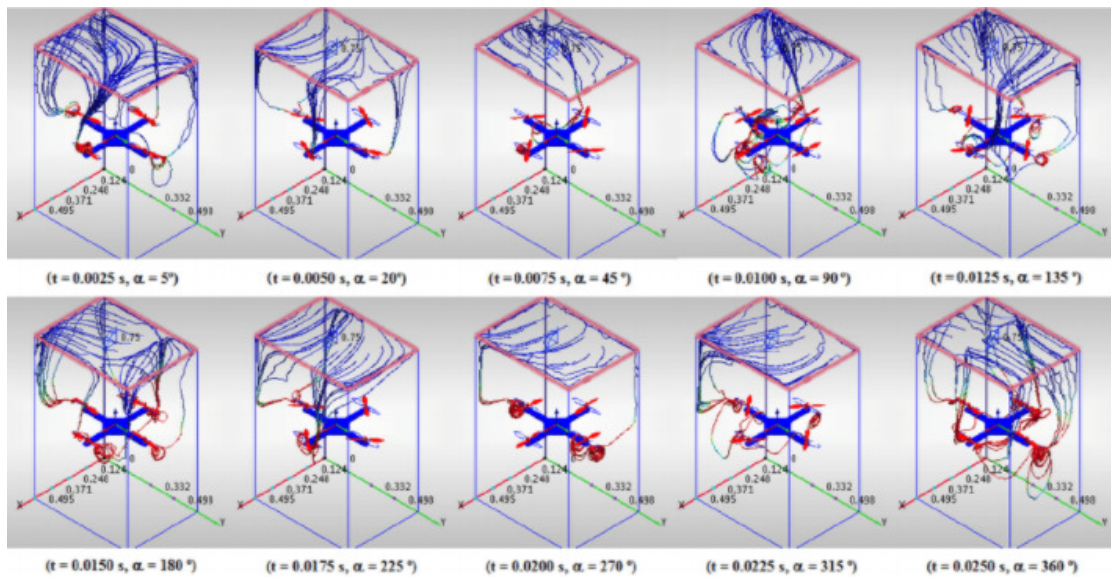


Figure 36- Η ροή του αέρα πάνω από το quadcopter (ResearchGate, 2015)

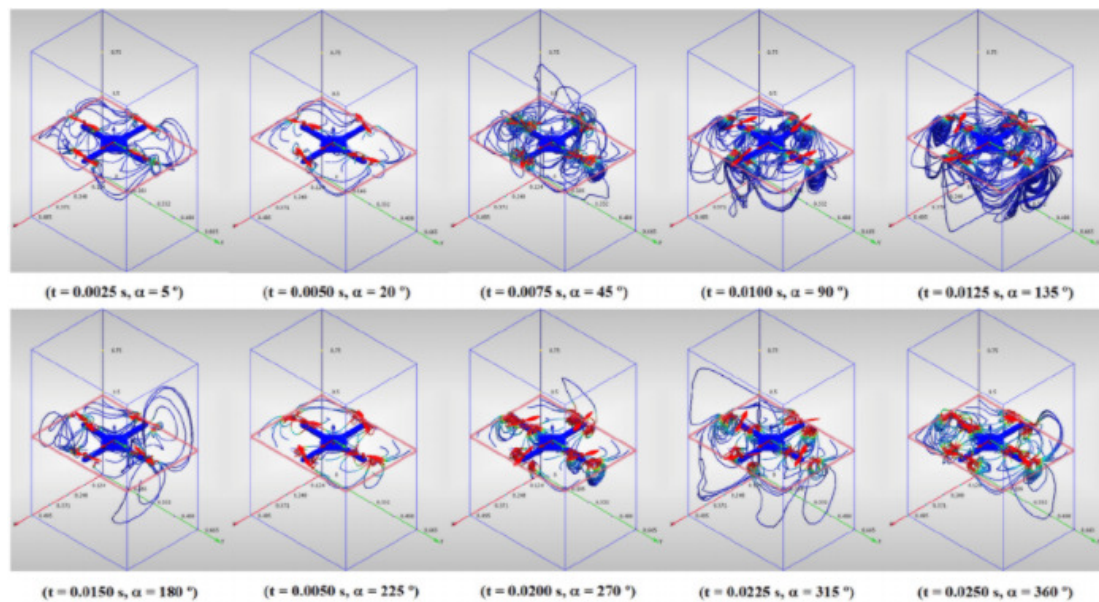


Figure 37- Η ροή του αέρα κάτω από το quadcopter (ResearchGate, 2015)

Σύμφωνα με την έρευνα σχετικά με τη θέση των αισθητήρων στα drone το συμπέρασμα που προκύπτει είναι πως η ιδανικότερη θέση για την τοποθέτηση των αισθητήρων βρίσκεται στο κέντρο του σκελετού. (ResearchGate, 2015)

Ακολουθεί σχήμα με την ιδανικότερη θέση κάποιων αισθητήρων .

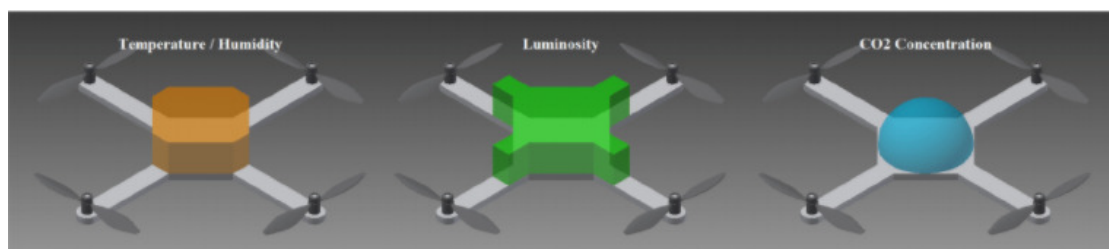


Figure 38- (ResearchGate, 2015)

Οι κύριες μετρήσεις που εκτελούν οι αισθητήρες στο θερμοκήπιο είναι:

- Υγρασία Αέρα
- Υγρασία Εδάφους
- Θερμοκρασία Αέρα
- Θερμοκρασία Εδάφους
- Επίπεδα Διοξείδιο του Άνθρακα
- Επίπεδα Αιθυλενίου
- Επίπεδα Ηλιακής Ακτινοβολίας
- Συγκέντρωση Θρεπτικών Στοιχείων
- Φωτεινότητα

Οι μετρήσεις των αισθητήρων παρέχουν ζωτικές πληροφορίες για τις συνθήκες που επικρατούν στο θερμοκήπιο. Η κατάσταση κάθε φυτού μιας καλλιέργειας αλλά και οι πιθανές απώλειες υγρασίας η θερμοκρασίας από το θερμοκήπιο στον περιβάλλοντα χώρο αυτού, που προκλήθηκε λόγω κάποια υλικής ζημιάς, είναι μόνο κάποιες τις πληροφορίες αυτές. (ResearchGate, 2015)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ο Ρόλος Των Drone Στον Αγροτικό Τομέα

### 3.1 Χρήση Εναέριων Εποπτικών Μέσων Για Παρακολούθηση Καλλιιεργειών

Τα μη επανδρωμένα εποπτικά μέσα, ή αλλιώς drone, έχουν πάψει να θεωρούνται εδώ και καιρό καινοτομία, χάρη στις πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις. Πλέον ήρθε η ώρα να αποδείξουν τη χρησιμότητά τους στον κλάδο της γεωργίας.

Στον αγροτικό τομέα η χρήση των drones περιγράφεται ως Γεωργία Ακριβείας. Η Γεωργία Ακριβείας είναι ένα σύστημα διαχείρισης του συνόλου της γεωργικής εκμετάλλευσης με τη χρήση της πληροφορικής, γεωχωρικών δεδομένων, δορυφορικού εντοπισμού θέσης δεδομένων τηλεπισκόπησης και εγγύς συλλογής δεδομένων.

Κυριότερες εφαρμογές χρήσης drones στην γεωργία ακριβείας :

παραγωγή τρισδιάστατων χαρτών που προσφέρουν ανάλυση του εδάφους και μια σειρά άλλων πληροφοριών απαραίτητων για την ορθή φύτευση, λίπανση και άρδευση

- Εντοπισμός Εχθρών/Ασθενειών (Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας)
- Εντοπισμός και αποτύπωση ζημιών σε Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας από δυσμενή καιρικά φαινόμενα
- Αποτύπωση πλημμυρισμένων εκτάσεων
- Καταμέτρηση δένδρων
- Καταγραφή Αποθεμάτων
- Θερμική Απεικόνιση Καλλιέργειας
- Απεικόνιση Καλλιεργήσιμων Εκτάσεων
- Απεικόνιση Προτεραιότητας Συγκομιδής
- Έλεγχος Αρδευτικού Δικτύου
- Επίβλεψη Καλλιεργήσιμων Εκτάσεων

(Σαμαράς και Συνεργάτες Όμιλος Εταιριών, 2021)

Η χρήση drones υπόσχεται αύξηση της αποδοτικότητας των καλλιεργειών μέσα από καλύτερη συλλογή πληροφοριών και βελτιστοποίηση των αποφάσεων. Τα drone έρχονται να δώσουν 6 λύσεις στον κλάδο της γεωργίας.

1. Ανάλυση εδάφους και εκτάσεων
2. Φύτευση σπόρων
3. Ψεκάσμος κάλυψης & σημειακός από αέρος
4. Χαρτογράφηση καλλιεργειών και τοπογραφία

5. Παρακολούθηση & διαχείριση άρδευσης
6. Παρακολούθηση της κτηνοτροφίας σε πραγματικό χρόνο  
(Praporoulos, 2019)

Όσον αφορά την ανάλυση του εδάφους μπορεί να αποδειχθούν ζωτικής σημασίας από την αρχή του κύκλου ζωής κάθε καλλιέργειας.

Με δισδιάστατους και τρισδιάστατους χάρτες οργανώνονται αποτελεσματικά ο σχεδιασμός σποράς και μεταφύτευσης και η δειγματοληψία του εδάφους. Στη φύτευση αναπτύσσονται αποτελεσματικά καινοτόμοι τρόποι φύτευσης που επιτυγχάνουν την αύξηση της αποδοτικότητάς της και μειώνοντας το κόστος. Με τη χρήση των χαρτών που παρέχονται επιτυγχάνεται η βέλτιστη φύτευση των σπόρων και η ταυτόχρονη παροχή των θρεπτικών συστατικών για τη διατήρηση της ζωής. Χάρη στα συστήματα ακριβείας για τη μέτρηση αποστάσεων τα drones ακολουθούν τη μορφολογία του εδάφους ψεκάζοντας την κατάλληλη ποσότητα ζιζανιοκτόνου και στο σωστό ύψος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη απόδοση ψεκασμού – καθώς ο εναέριος ψεκασμός είναι πέντε φορές αποτελεσματικότερος σύμφωνα με έρευνες – μείωση της ποσότητας εντομοκτόνων και μείωση του κόστους κάθε αγρότη.

Στο κομμάτι της άρδευσης καθώς τα εναέρια αυτά μέσα διαθέτουν οπτικούς, πολυφασματικούς, ή θερμικούς αισθητήρες μπορούν να εντοπίσουν με ακρίβεια ποια τμήματα της καλλιέργειας χρειάζονται περισσότερο νερό αλλά και να παράγουν εξειδικευμένους χάρτες υψομετρικών διαφορών και μορφολογίας εδάφους βοηθώντας σε μια αποτελεσματικότερη άρδευση κάθε καλλιέργειας ξεχωριστά. Ακόμη διαθέτουν δυνατότητες υπολογισμού εξειδικευμένων δεικτών βλάστησης που απεικονίζουν τόσο τη βιομάζα όσο και την υγεία της καλλιέργειας και μας επιτρέπουν να καταλάβουμε την αποτελεσματικότητα της άρδευσης και να επέμβουμε όπου χρειάζεται. Δίνεται ακόμη η δυνατότητα εκτίμησης της υγείας των καλλιεργειών. Με τη βοήθεια των drones μπορούμε να καταλάβουμε ποια φυτά ανακλούν διαφορετικές ποσότητες πράσινου, κόκκινου και κυρίως υπέρυθρου φωτός αποφεύγοντας τυχόν ασθένειες. Επίσης, εάν ανιχνευθεί μια ασθένεια ο παραγωγός μπορεί να παρέμβει ψεκάζοντας στοχευμένα και να παρακολουθήσει την πορεία της παρέμβασης του με ανεπανάληπτη ακρίβεια. Συνεπώς, η χρήση εποπτικών εναέριων μέσων συμβάλλει στην παρακολούθηση της καλλιέργειας και την αύξηση της παραγωγικότητας.

Η μεταβλητότητα των καιρικών συνθηκών αυξάνουν το ρίσκο και το κόστος της παραγωγής. Μέχρι τώρα ήταν δυνατή η απεικόνιση των καλλιεργειών μόνο μέσω δορυφόρων, αλλά είναι σημαντική η τηλεπισκόπηση των καλλιεργειών όσο το δυνατόν νωρίτερα και με μεγαλύτερη καθαρότητα εικόνας. Επιπροσθέτως, η χρήση δορυφόρων, εν αντιθέσει με τη χρήση των drone, είναι

δαπανηρότερη και δε δίνει τη δυνατότητα εφαρμογής πρακτικών και τρόπους αντιμετώπισης των ασθενειών και ελλείψεων στις καλλιέργειες. Συνεπώς, η χρήση εναέριων μη επανδρωμένων, εποπτικών μέσων είναι σημαντική και προτιμότερη στην παρακολούθηση και προστασία των αγροτικών καλλιεργειών (GAIA ROBOTICS, 2020).

### **3.2 Χρήση Εναέριων Εποπτικών Μέσων Σε Θερμοκηπιακές Μονάδες**

Η εξειδίκευση των drone στον αγροτικό τομέα και η τεχνολογική ανάπτυξη των θερμοκηπίων κατέστησε τη χρήση drone ως βιώσιμο εργαλείο. Με τη βοήθεια ενός drone η παρακολούθηση και η περιποίηση των καλλιεργειών εντός των θερμοκηπίων γίνεται πιο εύκολη και σε μικρότερο χρονικό διάστημα λόγω της ευελιξίας και της ταχύτητας του που καθιστούν δυνατή την κάλυψη μεγάλων αποστάσεων σε μικρό χρονικό διάστημα. Με τη χρήση των αισθητήρων καθίσταται δυνατός ο πλήρης έλεγχος των συνθηκών εντός του θερμοκηπίου τόσο στον αέρα αλλά και στα μέσα καλλιέργειας όπως νερό ή χώμα. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σε μερικές περισσότερο εξειδικευμένες χρήσεις των drone στις θερμοκηπιακές μονάδες.

### **3.3 Εντοπισμό Εντομών Εντός Θερμοκηπίων**

Η νεοσύστατη εταιρία PATS, με έδρα τη Robo Valley, ανακοίνωσε το 2019 μια καινοτόμα ιδέα για την κατασκευή micro-drones για χρήση εντός των θερμοκηπίων. Την τολμηρή ιδέα επινόησε ο Bram Tijmons, διευθύνων Σύμβουλος και ιδρυτής της εταιρίας, μετά από προσωπική ενόχληση από κουνούπια στην κρεβατοκάμαρα. Όσο κι αν απέχει η κρεβατοκάμαρα από το θερμοκήπιο, η παρουσία των εντόμων δεν λείπει από πουθενά. Τα παράσιτα των εντόμων είναι μια πραγματική ενόχληση στην κηπουρική, που έχει ως αποτέλεσμα τις απώλειες καλλιεργειών. Η εταιρία διαπιστώνει ότι τα μικρά αεροσκάφη είναι ένας πολύ καλός τρόπος για την εξάλειψη των εντόμων (PATS, 2020). Με αυτόν τον τρόπο βοηθάει τους καλλιεργητές να μειώσουν τις απώλειες των καλλιεργειών, να μετριάσουν τη χρήση εντομοκτόνων και να αυτοματοποιήσουν μια διαδικασία εντατικής εργασίας, αφιερώνοντας λιγότερο χρόνο στην παρακολούθηση και τον έλεγχο των παρασίτων. (RoboValley, 2019)

Με αυτήν την προσέγγιση επιτρέπει τον βιώσιμο έλεγχο εντόμων στην κηπουρική, για να διευκολύνει τις ανάγκες της αγοράς να γίνουν πιο βιώσιμες. Αντικαθιστώντας τις συμβατικές μεθόδους ελέγχου εντόμων, βοηθάει τους καλλιεργητές να μετριάσουν τους κινδύνους των ζημιών στις καλλιέργειες, καθώς οι κανονισμοί για τη χρήση εντομοκτόνων γίνονται αυστηρότεροι.

Επιπλέον, μειώνει άμεσα το κόστος που σχετίζεται με τις πρακτικές ελέγχου εντόμων.



Figure 39- (sUAS News, 2020)



Figure 40- (PATS, 2020)

Το σύστημα που αναπτύσσεται, αποτελείται από έναν σταθμό βάσης με κάμερες που τοποθετούνται σε όλο το θερμοκήπιο, μια βάση προσγείωσης και φόρτωσης και πολλά micro-drones για να διασφαλιστεί η συνεχής δραστηριότητα. Ο σταθμός βάσης λειτουργεί ως σύστημα προειδοποίησης, ανιχνεύοντας το περιβάλλον για έντομα. Όταν εντοπίζεται ένα επιβλαβές έντομο, ο σταθμός εκτοξεύει ένα μικρό drone με υψηλή ταχύτητα που κινηγά το έντομο. Το drone αποστέλλεται μετά το έντομο και το εξοντώνει μηχανικά στον αέρα, όταν είναι πιο ευάλωτο. Τα drone διδάσκονται συγκεκριμένη συμπεριφορά πτήσης παρόμοια με την ευέλικτη συμπεριφορά πτήσης του σκώρου. Αυτό αποτρέπει την περαιτέρω εξάπλωση του παρασίτου μέσα στο θερμοκήπιο. Μετά το «κινήγι», το drone προσγειώνεται πίσω στο μαξιλάρι και κάθετα σε αδράνεια για να επαναφορτιστεί, περιμένοντας την επόμενη αποστολή του. Μαζί με το σταθμό βάσης και το drone, το μαξιλάρι ολοκληρώνει μια πλήρως αυτόνομη λύση.

Η βιοεμπνευσμένη λύση ελέγχει προληπτικά επιβλαβείς πληθυσμούς εντόμων. Με την επιλεκτική εξάλειψη επιβλαβών εντόμων διατηρείται η οικολογική ισορροπία σε ένα οικοσύστημα θερμοκηπίου, καθώς η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι φιλική προς το περιβάλλον (ROBOVALLEY, 2019). Η PATS επιθυμεί να φέρει επανάσταση στον έλεγχο εντόμων στο τομέα της κηπουρικής. Η ομάδα βρίσκεται στον πυρήνα της επιτυχίας της. Εργάζεται σκληρά για την επόμενη γενιά λύσεων για βιώσιμη παραγωγή τροφίμων και λουλουδιών.

Ακόμη, το Πανεπιστήμιο του Γκρόνινγκεν, της Ολλανδίας, έλαβε επιχορήγηση 600.000€ για την ανάπτυξη ενός πλήρως αυτοματοποιημένου δυναμικού δικτύου από drone που θα βοηθήσει τους παραγωγούς θερμοκηπίων να ελέγχουν καλύτερα τη φωτοσύνθεση και τα παράσιτα και να κάνουν ακριβέστερες προβλέψεις απόδοσης.



Figure 41- (TECNOLOGÍA 2503, 2017)

Επιστήμονες και εταιρείες συνεργάζονται με στόχο να διεξαχθεί έρευνα για την ανάπτυξη συνεργατικών δικτύων drone ως λύση για τον κλάδο της γεωργίας αλλά και των logistics. Σύμφωνα με την ομάδα, η πρόκληση αυτή είναι μεγαλύτερη σε οτιδήποτε έχει να κάνει με το αγροτικό περιβάλλον. Για παράδειγμα, στα θερμοκήπια ο έλεγχος των παρασίτων, η παρακολούθηση της φωτοσυνθετικής αποτελεσματικότητας και οι ακριβείς προβλέψεις απόδοσης είναι δύσκολη, δαπανηρή και επικίνδυνη υπόθεση, στην οποία ο στόλος των drone αποτελεί αποτελεσματική λύση. Η ομάδα θέλει να αναπτύξει ένα πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα που θα περιλαμβάνει συνεργατικό δίκτυο μικρών αυτόνομων drones. Επικεντρώνεται μάλιστα στην ανάπτυξη βιομημητικών μικροαισθητήρων και στην ενσωμάτωση πολλαπλών αισθητήρων για καλύτερη πλοήγηση και έλεγχο των drone σε δυναμικά «ζωντανά» περιβάλλοντα. (Σοφός, 2020)

**Σκίαση:** Ο ψεκασμός του εξωτερικού των θερμοκηπίων με υλικά σκίασης είναι μια δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία. Με τη χρήση των drone ως μέσα ψεκασμού ο χρόνος μειώνεται σημαντικά. Ο ψεκασμός γίνεται με ακρίβεια και αυτό αποφέρει μείωση κόστους λόγω ορθής χρήσης των υλικών και τη μείωση των εργατικών εξόδων.

Μερικά από τα επιθυμητά χαρακτηριστικά των υλικών σκίασης είναι

A) Δυνατότητα αυτοκαθαρισμού. Η δυνατότητα διάσπασης τους μετά από ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα χωρίς τη χρήση χημικών ουσιών που τα καθιστά φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο.



B) Καλή πρόσφυση. Η ικανότητα του υλικού να εφαρμόζει ομαλά στην επιφάνεια για την οποία προορίζεται.

Γ) Να έχει υψηλό προσδόκιμο ζωής.

Δ) Να παρέχει αποτελεσματική UV αντανάκλαση ώστε να επικρατούν ιδανικές συνθήκες στο θερμοκήπιο.

Ε) Να μην αφήνει κατάλοιπα στα σκεύη που χρησιμοποιούνται και να μη προκαλεί φθορές όπως ο φραγμός των μηχανημάτων ψεκασμού. (GreenCenter, 2021)

**Επικοινωνία:** Η μείωση του πληθυσμού των μελισσών λόγω παθογόνων μικροοργανισμών, καταστροφή του περιβάλλοντος, παράσιτων, παρασιτοκτόνων και κλιματικών πρόκειται να έχει καταστροφικές συνέπειες για την ανθρωπότητα. Αν και σε πειραματικό στάδιο η χρήση drone για επικοινωνία είναι εφικτή σε αρκετά είδη φυτών. Σε περίπτωση μελλοντικής ανάγκης η συμβολή τους μπορεί να αποδειχτεί σωτήρια. Η επιτυχημένη σταυρογονιμοποίηση κρίνων στην Ιαπωνία καθώς και η αυτογονιμοποίηση τομάτας στην Ολλανδία είναι απλώς μια από τις πολλές καινοτομίες στις οποίες η συμβολή των drone είναι καθοριστική. (Williams, 2018)

### 3.4 Ο Ρόλος Των Drone Στα Ελληνικά Θερμοκήπια

Αν και τα drones χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στους αγρούς και τα θερμοκήπια στο εξωτερικό, στην Ελλάδα η κατάσταση είναι τελείως διαφορετική. Η γνώση σχετικά με τα πλεονεκτήματα που η χρήση των drone χαρίζει ως καινοτομία και τα οφέλη που πηγάζουν από αυτή είναι σχεδόν ανύπαρκτη. Δεν υπάρχουν σεμινάρια που να αφορούν τους αγρότες ώστε να τους εξοικειώσουν με την ιδέα και να τους ανοίξουν τους ορίζοντες ώστε να εφαρμόσουν τεχνολογικές καινοτομίες στις καλλιέργειες τους. Αυτό έχει ως συνέπεια τη μη χρήση των στις Ελληνικές καλλιέργειες θερμοκηπιακές και μη.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Συμπεράσματα

Με την πάροδο των χρόνων ο άνθρωπος ήταν όλο και πιο κοντά στην κατάκτηση των αιθέρων. Με σταδιακή πρόοδο ο στόχος επετεύχθη. Νέες καινοτομίες διαδέχονται η μία την άλλη με ταχύτατους ρυθμούς. Μια από τις πιο σημαντικές καινοτομίες είναι η κατασκευή μη επανδρωμένων εναέριων συστημάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται σε πολλούς επιστημονικούς και μη κλάδους τη σήμερον ημέρα.

Η χρήση τους γίνεται σύμφωνα με τους νόμους του εκάστοτε κράτους. Το νομικό πλαίσιο που έχει θεσμοθετήσει το Ελληνικό κράτος δίνει μια πλήρη εικόνα επί του θέματος. Ανάλογα τη χρήση του κάθε drone ποικίλει ο εξοπλισμός, το λογισμικό και ο τρόπος κατασκευής του.

Έχοντας λάβη υπόψιν τα παραπάνω, μια πιο εξειδικευμένη ματιά στο ρόλο των εναέριων εμποπτικών μέσων στον αγροτικό τομέα μας βοηθάει να κατανοήσουμε τα πλεονεκτήματα της χρήσης τους. Πιο συγκεκριμένα ο ρόλος των drone στα θερμοκήπια είναι αναντικατάστατος λόγω των πληροφοριών που συλλέγουν αλλά και των λειτουργιών που αυτά τελούν. Οι δυνατότητες τους είναι αμέτρητες.

Στον Ελληνικό χώρο τα πράγματα δεν είναι όπως στο εξωτερικό. Δεν υπάρχει η απαραίτητη ενημέρωση από το υπουργείο αγροτικής ανάπτυξης. Δεν υπάρχουν υποδομές και ενδιαφέρον. Δυστυχώς η υπάρχουσα νοοτροπία της αγροτικής κοινότητας δεν αφήνει πολλά περιθώρια για χρήση των νέων τεχνολογικών καινοτομιών ακόμα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abbreviations, 2021. *What does RADAR stand for.* [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.abbreviations.com/RADAR>  
[Πρόσβαση 7 1 2021].

ADI, 2021. *Applied Drone Innovations Greenhouse Drone #3.* [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://applieddroneinnovations.nl/applied-drone-innovations-greenhouse-drone-3/>  
[Πρόσβαση 28 12 2020].

AircraftCompare.com, 2021. *List of 14 Different Types of Drones Explained with Photos.* [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.aircraftcompare.com/blog/types-of-drones/>  
[Πρόσβαση 28 12 2020].

Alchetron, 2018. *La France (airship).* [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://alchetron.com/La-France-\(airship\)](https://alchetron.com/La-France-(airship))  
[Πρόσβαση 13 1 2021].

Anderson, J. D., 2004. *Inventing Flight: The Wright Brothers and Their Predecessors.* Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press.

Australian Government - Civil Aviation Safety Authority, 2021. *Types of drone.* [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.casa.gov.au/drones/rules/drone-types>  
[Πρόσβαση 28 12 2020].

Banggood, 2021. *25,5 \* 25,5 mm Flywoo GOKU GN F745 2-6S 40A AIO BLHELI\_32 4in1 ESC w / Βαρόμετρο για FPV Racing RC Drone.* [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.banggood.com/el/25\\_5+25\\_5mm-Flywoo-GOKU-GN-F745-2-6S-40A-AIO-BLHELI\\_32-4in1-ESC-w-or-Barometer-for-FPV-Racing-RC-Drone-p-1791115.html?utm\\_source=googleshopping&utm\\_medium=cpc\\_organic&gmc\\_Country=GR&utm\\_content=minha&utm\\_campaign=minha-gr-el-pc&](https://www.banggood.com/el/25_5+25_5mm-Flywoo-GOKU-GN-F745-2-6S-40A-AIO-BLHELI_32-4in1-ESC-w-or-Barometer-for-FPV-Racing-RC-Drone-p-1791115.html?utm_source=googleshopping&utm_medium=cpc_organic&gmc_Country=GR&utm_content=minha&utm_campaign=minha-gr-el-pc&)  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

Banggood, 2021. *4X Racerstar Racing Edition 2205 BR2205 2300KV 2-4S Brushless Motor For QAV250 ZMR250 RC Drone FPV Racing.* [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.banggood.com/4X-Racerstar-Racing-Edition-2205-BR2205-2300KV-2-4S-Brushless-Motor-For-QAV250-ZMR250-RC-Drone-FPV-Racing-p-1066837.html?cur\\_warehouse=CN&rmmms=search](https://www.banggood.com/4X-Racerstar-Racing-Edition-2205-BR2205-2300KV-2-4S-Brushless-Motor-For-QAV250-ZMR250-RC-Drone-FPV-Racing-p-1066837.html?cur_warehouse=CN&rmmms=search)  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

Banggood, 2021. *Caddx Orca 4K HD Recording Mini FPV Camera FOV 160 Degree WiFi Anti-Shake DVR Action Cam for Outdoor Photography RC Racing Drone Airplane.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://www.banggood.com/Caddx-Orca-4K-HD-Recording-Mini-FPV-Camera-FOV-160-Degree-WiFi-Anti-Shake-DVR-Action-Cam-for-Outdoor-Photography-RC-Racing-Drone-Airplane-p-1590162.html?cur\\_warehouse=USA&rmmids=search](https://www.banggood.com/Caddx-Orca-4K-HD-Recording-Mini-FPV-Camera-FOV-160-Degree-WiFi-Anti-Shake-DVR-Action-Cam-for-Outdoor-Photography-RC-Racing-Drone-Airplane-p-1590162.html?cur_warehouse=USA&rmmids=search)  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

Banggood, 2021. *CNHL BLACK SERIES 1500mAh 14.8V 4S 100C Lipo Battery XT60 Plug for RC Drone FPV Racing.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://www.banggood.com/CNHL-BLACK-SERIES-1500mAh-14-8V-4S-100C-Lipo-Battery-XT60-Plug-for-RC-Drone-FPV-Racing-p-1616452.html?cur\\_warehouse=CN&rmmids=search](https://www.banggood.com/CNHL-BLACK-SERIES-1500mAh-14-8V-4S-100C-Lipo-Battery-XT60-Plug-for-RC-Drone-FPV-Racing-p-1616452.html?cur_warehouse=CN&rmmids=search)  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

Banggood, 2021. *Geekcreit® 6DOF MPU-6050 3 Axis Gyro With Accelerometer Sensor Module.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://www.banggood.com/Geekcreit-6DOF-MPU-6050-3-Axis-Gyro-With-Accelerometer-Sensor-Module-p-80862.html?cur\\_warehouse=CN&rmmids=search](https://www.banggood.com/Geekcreit-6DOF-MPU-6050-3-Axis-Gyro-With-Accelerometer-Sensor-Module-p-80862.html?cur_warehouse=CN&rmmids=search)  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

Banggood, 2021. *Geprc MARK4 225mm 5 Inch / 260mm 6 Inch / 295mm 7 Inch Frame Kit for RC Drone FPV Racing - 5 inch.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://www.banggood.com/Geprc-MARK4-225mm-5-Inch-or-260mm-6-Inch-or-295mm-7-Inch-Frame-Kit-for-RC-Drone-FPV-Racing-p-1514289.html?cur\\_warehouse=CN&ID=517730&rmmids=search](https://www.banggood.com/Geprc-MARK4-225mm-5-Inch-or-260mm-6-Inch-or-295mm-7-Inch-Frame-Kit-for-RC-Drone-FPV-Racing-p-1514289.html?cur_warehouse=CN&ID=517730&rmmids=search)  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

Banggood, 2021. *MAMBA F405 MK2 Betaflight Flight Controller F40 40A 3-6S DSHOT600 FPV Racing Brushless ESC 30.5x30.5mm.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://www.banggood.com/MAMBA-F405-MK2-Betaflight-Flight-Controller-F40-40A-3-6S-DSHOT600-FPV-Racing-Brushless-ESC-30-5x30-5mm-p-1345001.html?cur\\_warehouse=CN&rmmids=search](https://www.banggood.com/MAMBA-F405-MK2-Betaflight-Flight-Controller-F40-40A-3-6S-DSHOT600-FPV-Racing-Brushless-ESC-30-5x30-5mm-p-1345001.html?cur_warehouse=CN&rmmids=search)  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

Banggood, 2021. *NX3 3D Flight Controller Gyroscope Balance For Fixed-wing Aircraft RC Airplane.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://www.banggood.com/NX3-3D-Flight-Controller-Gyroscope-Balance-For-Fixed-wing-Aircraft-RC-Airplane-p-908070.html?cur\\_warehouse=CZ&rmmids=search](https://www.banggood.com/NX3-3D-Flight-Controller-Gyroscope-Balance-For-Fixed-wing-Aircraft-RC-Airplane-p-908070.html?cur_warehouse=CZ&rmmids=search)  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

banggood, 2021. *Radiolink T8S FHSS 8CH Mode2 Bluetooth Version RC Handle Transmitter with R8FM 2.4GHz Receiver Support S-BUS PPM for RC Drone*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://www.banggood.com/Radiolink-T8S-FHSS-8CH-Mode2-Bluetooth-Version-RC-Handle-Transmitter-with-R8FM-2-4GHz-Receiver-Support-S-BUS-PPM-for-RC-Drone-p-1488672.html?cur\\_warehouse=CN&rmmnds=search](https://www.banggood.com/Radiolink-T8S-FHSS-8CH-Mode2-Bluetooth-Version-RC-Handle-Transmitter-with-R8FM-2-4GHz-Receiver-Support-S-BUS-PPM-for-RC-Drone-p-1488672.html?cur_warehouse=CN&rmmnds=search)

[Πρόσβαση 14 1 2021].

Bate, J., 1634. *The Mysteryes of Nature and Art*. s.l.:s.n.

Beischer, D. & Fregly, A., 1962. «*Animals and man in space. A chronology and annotated bibliography through the year 1960.*». s.l.:NAVAL SCHOOL OF AVIATION MEDICINE PENSACOLA FL.

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DE FRANCE, 2020. *Félix Du Temple (1823-1890)*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://data.bnf.fr/en/10640248/felix\\_du\\_temple/#activities](https://data.bnf.fr/en/10640248/felix_du_temple/#activities)

[Πρόσβαση 7 1 2021].

Bloom, U., 1958. *He lit the lamp;: A biography of Professor A.M. Low*. s.l.:Burke.

Bond, G., 2013. *Hidden History of South Jersey: From the Capitol to the Shore*. Charleston: Arcadia Publishing.

Borschberg, A. & Piccard, B., 2015. *SOLARIMPULSE EXPLORATION TO CHANGE THE WORLD NAGOYA TO HAWAII*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://aroundtheworld.solarimpulse.com/leg-8-from-Nagoya-to-Hawaii>

[Πρόσβαση 7 1 2021].

Boyle, M. J., 2020. *The Age of the Drone*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.inventionandtech.com/content/age-drone>

[Πρόσβαση 14 1 2021].

Brady, T., 2000. *The American Aviation Experience: A History*. Illinois: SIU Press.

Brzezinski, M. B., 2007. *Red Moon Rising: Sputnik and the Hidden Rivalries That Ignited the Space Age*. New York: Henry Holt and Co..

Budanovic, N., 2017. *The Early Days Of Drones – Unmanned Aircraft From World War One And World War Two*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.warhistoryonline.com/military-vehicle-news/short-history-drones-part-1.html>

[Πρόσβαση 14 1 2021].

Charles, C. G., 1983. *The Montgolfier brothers and the invention of aviation 1783-1784*. Princeton: Princeton University Press.

Chaturvedi, A., 2017. *60 years of Sputnik: How it transformed the global space industry*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.geospatialworld.net/blogs/60-years-sputnik-transformed-global-space-industry/>  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

Chilvers, I., 2003. *The Concise Oxford Dictionary of Art and Artists*. Oxford, England: Oxford University Press.

Cohen, R. S., 2020. *Global Hawk Learns New Tricks While Congress Mulls Retirement*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.airforcemag.com/global-hawk-learns-new-tricks-while-congress-mulls-retirement/>  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

Crouch, T., 2004. *Wings: A History of Aviation from Kites to the Space Age*. New York, New York: W.W. Norton & Co.

Crouch, T. D., 2020. *Sir George Cayley British inventor and scientist*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.britannica.com/biography/Sir-George-Cayley>  
[Πρόσβαση 5 1 2021].

Dayton Metro Library, 2009. *Wright Brothers Scrapbooks*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://web.archive.org/web/20090213024229/http://home.dayton.lib.oh.us/archives/wbcollection/wb Scrapbooks1/WBScrapbooks10006.html>  
[Πρόσβαση 20 12 2020].

Dekoulis, G., 2018. *Laconic/Minoan mother of drones >1900 BC (Aegina) (British Museum, London)*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://www.researchgate.net/figure/Laconic-Minoan-mother-of-drones-1900-BC-Aegina-British-Museum-London\\_fig2\\_326050429](https://www.researchgate.net/figure/Laconic-Minoan-mother-of-drones-1900-BC-Aegina-British-Museum-London_fig2_326050429)  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

Dieter, K. H., 1999. *Ernst Heinkel – Pionier der Schnellflugzeuge*. Bonn: Bernard & Graefe.

earlyaviators, χ.χ. VLAICU 3. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.earlyaviators.com/evlaicu3.htm>  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

Everett, B. H. R., 2015. *Unmanned Systems of World Wars I and II (Intelligent Robotics and Autonomous Agents series)*. s.l.:The MIT Press.

Fairlie, G., Cayley, G. & Cayley, E., 1965. *The life of a genius*. s.l.:Hodder & Stoughton.

Fthinoulis, 2021. *GPS TRACKER – ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://fthinoulis.gr/index.php?route=product/product&product\\_id=247](https://fthinoulis.gr/index.php?route=product/product&product_id=247)  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

GAIA ROBOTICS, 2020. *Τα drones μετασχηματίζουν την σύγχρονη Γεωργία*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.gaiarobotics.gr/%CE%B1%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%BF1-drones->

[%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%87%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%B6%CE%BF%CF%85%CE%BD/](https://www.gaiarobotics.gr/%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%87%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%B6%CE%BF%CF%85%CE%BD/)

[Πρόσβαση 15 12 2020].

Gibbs-Smith, C., 2003. *Aviation: An Historical Survey from Its Origins to the End of the Second World War*. 2η Έκδοση επιμ. s.l.:HMSO.

Gibbs-Smith, C. H., 2004. *Aviation: An Historical Survey from Its Origins to the End of the Second World War*. s.l.:Science Museum.

GreenCenter, 2021. *ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΩΝ Υλικό σκίασης θερμोकηπίου Sunblock*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://greencenter.gr/product/%CF%85%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CE%BA%CE%AF%CE%B1%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CE%B7%CF%80%CE%AF%CE%BF%CF%85-sunblock/>

[Πρόσβαση 15 1 2021].

Hanbury-Tenison, R., 2010. *The Great Explorers*. s.l.:Thames & Hudson.

Hoarn, S., 2013. *Northrop Grumman Unmanned Aircraft Systems Achieve 100,000 Flight Hours l Photos*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.defensemecianetwork.com/stories/northrop-grumman-unmanned-aircraft-systems-achieve-100000-flight-hours-l-photos/>  
[Πρόσβαση 7 1 2021].

Hobbs, A., 2010. *Human factors in unmanned aircraft system*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://www.researchgate.net/publication/291972443\\_Human\\_factors\\_in\\_unma](https://www.researchgate.net/publication/291972443_Human_factors_in_unma)

nned\_aircraft\_systems

[Πρόσβαση 8 1 2020].

Hosch, W. L. ,. T. e. o. E. B., 2007-2008. *Ader Éole*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.britannica.com/topic/Ader-Eole/additional-info#history>

[Πρόσβαση 13 1 2021].

Joosen, G., Sanz, D., del Cerro, J. & et al., 2015. Mini-UAV Based Sensory System for Measuring Environmental Variables in Greenhouses. *Sensors*, pp. 3335-3349.

Kelleway, S., 2016. *Heroes in Flight: the Wright Brothers*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://ctipft.com/heroes-flight-wright-brothers/>

[Πρόσβαση 13 1 2021].

Linwood, H. S., 1963. *Howeth: Chapter XL (1963) - United States Early Radio History*. s.l.:s.n.

M., 2014. *MESSERSCHMITT Me 163 KOMET*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.zona-militar.com/foros/threads/messerschmitt-me-163-komet.30681/>

[Πρόσβαση 13 1 2021].

Mangon M, H., χ.χ. *Arthur Krebs, pionnier de l'aéronautique Le dirigeable LA FRANCE de Charles Renard et Arthur Krebs*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <http://rbmn.free.fr/Dirigeable LA FRANCE 1884.HTML>

[Πρόσβαση 02 01 2021].

McDonnell Douglas, χ.χ. *The McDonnell Douglas Website*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [McDonnell Douglas](http://www.mcdonnell-douglas.com)

[Πρόσβαση 1 2021].

Mille Anni di Scienza, χ.χ. *Enrico Forlanini Milan1848-Milan1930*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <http://www.imss.fi.it/milleanni/cronologia/biografie/forlanie.html>

[Πρόσβαση 27 12 2020].

Munson, K. & Taylor, J. W. R., 1977. *Jane's Pocket Book of Remotely Piloted Vehicles: Robot Aircraft Today*. s.l.:Collier Books.

Naughton, R., 2003. *Remote Piloted Aerial Vehicles : An Anthology*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://www.ctie.monash.edu/hargrave/rpav\\_home.html#Beginnings](https://www.ctie.monash.edu/hargrave/rpav_home.html#Beginnings)

[Πρόσβαση 7 1 2021].



Nottinghamshire County Council, 2017. *Dangerous sky lanterns banned on Council land*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.nottinghamshire.gov.uk/newsroom/news/dangerous-sky-lanterns-banned-on-council-land>  
[Πρόσβαση 13 1 2021].

PANORAMIO, 2020. *Αερόστατο- Η πρώτη ανύψωση του ανθρώπου από το έδαφος*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://panoramio.gr/aerostato-proti-anypsosi-anthropou/>  
[Πρόσβαση 13 1 2021].

Parramore, T., 2003. *First to Fly: North Carolina and the Beginnings of Aviation*. North Carolina: UNC Press Books.

PATS, 2020. *Automating Insect Control*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://pats-drones.com/>  
[Πρόσβαση 15 12 2020].

PATS, 2020. *PATS*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://pats-drones.com/>  
[Πρόσβαση 15 12 2020].

Piers, L., 2003. *Eccentric France: Bradt Guide to mad, magical and marvellous France*. s.l.:BRADT.

Pilatre de Rozier, J.-F. & Tournon, A., 1786. *La Vie et les Mémoires de Pilatre de Rozier, écrits par lui-même et publiés par M. T A. Tournon*. Paris: L'Éditeur.

Pisano, D. A., van der Linden, R. R. & Winter, F. H., 2006. *Chuck Yeager and the Bell X-1: Breaking the Sound Barrier*. Washington, D.C: Smithsonian National Air and Space Museum (in association with Abrams, New York).

Prapopoulos, M., 2019. *Γεωργικά Drones: Η επανάσταση που ήρθε και πως να γίνετε κομμάτι της*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.prapopoulos.com/post/agdrones-the-revolution-that-came-to-be-and-how-to-become-part-of-it?fbclid=IwAR3MiAcltIptN7xFv0aPSbjiHaHeYVAfvs6IA7hgquGF0QkVwSJ03EpBAPw>  
[Πρόσβαση 19 1 2021].

Proctor, C. L., 2020. *Internal-combustion engine*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.britannica.com/technology/internal-combustion-engine>  
[Πρόσβαση 6 1 2021].

Rao, A. G., Mahilikar, S. P. & Sonawane, H., 2007. *Infrared signature studies of aerospace vehicles*. [Ηλεκτρονικό]

Available at:  
[https://www.researchgate.net/publication/222815037\\_Infrared\\_signature\\_studies\\_of\\_aerospace\\_vehicles](https://www.researchgate.net/publication/222815037_Infrared_signature_studies_of_aerospace_vehicles)  
[Πρόσβαση 7 1 2021].

ResearchGate, 2015. *Mini-UAV Based Sensory System for Measuring Environmental Variables in Greenhouses*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.researchgate.net/publication/272076736\\_Mini-UAV\\_Based\\_Sensory\\_System\\_for\\_Measuring\\_Environmental\\_Variables\\_in\\_Greenhouses](https://www.researchgate.net/publication/272076736_Mini-UAV_Based_Sensory_System_for_Measuring_Environmental_Variables_in_Greenhouses)  
[Πρόσβαση 17 1 2021].

Reuteler, D., 2014. *the drawings of Leonardo da Vinci*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <http://www.drawingsofleonardo.org/>  
[Πρόσβαση 13 1 2021].

Robinson, D. H., 1973. *Giants in the Sky*. Cambridge: Cambridge University Press.

RoboValley, 2019. *Automating insect control: 250,000 euros investment for PATS*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://robovalley.com/activities/news/automating-insect-control-250000-euros-investment-for-pats/>  
[Πρόσβαση 15 12 2020].

ROBOVALLEY, 2019. *Pilot to control insects in greenhouses with drones*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://robovalley.com/activities/news/pilot-to-control-insects-in-greenhouses-with-drones/>  
[Πρόσβαση 17 12 2020].

ScienceDaily, 2015. *Using drones for better crops*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.sciencedaily.com/releases/2015/07/150713095322.htm>  
[Πρόσβαση 17 1 2021].

Slagley, G., 2011. *A Century of Aviation: Worldwide Commercial and Military*. Durham: Strategic Book Publishing.

Sorell, A., 2015/2016. *The Solar Impulse 2: An Innovative Solar Airplane*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.motherearthnews.com/green-transportation/solar-impulse-2-zmgz15djzsto>  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

Spitzer, C. R., 1987. *Digital Avionics Systems*. s.l.: Prentice Hall.

Staff, W., 2016. *Heinkel He 178*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at:  
[https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft\\_id=214](https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft_id=214)  
[Πρόσβαση 13 1 2021].

Stoff, J., 2001. *Historic Aircraft and Spacecraft in the Cradle of Aviation Museum*. s.l.:Courier Dover Publications.

sUAS News, 2020. *PATS – Indoor Drone Solutions*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.suasnews.com/2020/12/pats-indoor-drone-solutions/>  
[Πρόσβαση 17 12 2020].

TECNOLOGÍA 2503, 2017. *El dron que poliniza las flores como las abejas*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://tecnologia2503.wordpress.com/2017/07/20/el-dron-que-poliniza-las-flores-como-las-abejas/>  
[Πρόσβαση 15 12 2020].

The American Society of Mechanical Engineers, χ.χ. #224 *Wright Flyer III*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.asme.org/about-asme/engineering-history/landmarks/224-wright-flyer-iii>  
[Πρόσβαση 13 1 2021].

The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2017. *F-117*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.britannica.com/technology/F-117/additional-info>  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

The Information Architects of Encyclopaedia Britannica, 2020. *Sir George Cayley*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.britannica.com/biography/Sir-George-Cayley>  
[Πρόσβαση 13 1 2021].

The official web site of the U.S. AIR FORCE, 2012. *F-117A Nighthawk*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at:  
<https://archive.is/20121212023601/http://www.af.mil/information/heritage/aircraft.asp?dec=1970-1980&pid=123006550/>  
[Πρόσβαση 7 1 2021].

u/Reporter\_at\_large, 2019. *April 12, 1961: Cosmonaut Yuri A. Gagarin becomes the first man in space when Vostok-1 is launched into Earth orbit from the Kosmodrom Baykonur, Kazakhstan..* [Ηλεκτρονικό]  
Available at:  
[https://www.reddit.com/r/space/comments/86yo2t/april\\_12\\_1961\\_cosmonaut](https://www.reddit.com/r/space/comments/86yo2t/april_12_1961_cosmonaut)

yuri\_a\_gagarin\_becomes/

[Πρόσβαση 14 1 2021].

United States Library of Congress, χ.χ. *Library of Congress*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.loc.gov/>  
[Πρόσβαση 13 1 2021].

Unmanned Systems Technology, 2021. *MEMS Accelerometers*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.unmannedsystemstechnology.com/category/supplier-directory/electronic-systems/accelerometers/>  
[Πρόσβαση 28 12 2020].

Warne, G. C., 2012. *The Predator's Ancestors - UAVs in The Great War*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at: <http://warnepieces.blogspot.com/2012/07/the-predators-ancestors-uavs-in-great.html>  
[Πρόσβαση 14 1 2021].

Wilczynski, J., 1974. *Technology in Comecon: Acceleration of Technological Progress Through Economic Planning and the Market*. s.l.:Praeger Publishers.

Williams, P., 2018. *The drones are close*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.greenhousemag.com/article/the-drones-are-close/>  
[Πρόσβαση 15 1 2021].

Wilson, D. C., 1884. *Arnold Toynbee and the Industrial Revolution: The Science of History, Political Economy and the Machine Past*. London: Indiana University Press.

Wragg, D., 1974. *Flight before flying*. s.l.:Osprey Publishing.

Yenne, B., 2006. *Secret Gadgets and Strange Gizmos: High-Tech (and Low-Tech) Innovations of the U.S. Military*. s.l.:Zenith Press.

Yoon, J., 2004. *Balloons, Airships & Blimps*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <http://www.aerospaceweb.org/question/history/q0169.shtml>  
[Πρόσβαση 13 1 2021].

Zaloga, S. J., 2008. *Unmanned Aerial Vehicles: Robotic Air Warfare 1917-2007*. s.l.: Osprey Publishing.

Απόφαση Διοικητή Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας, 2016. *Δ/ΥΠΑ/21860/1422/2016 – ΦΕΚ 3152/Β/30-9-2016*. s.l.:s.n.

Βαρσαμής, Γ., 2005. *Τα Μαχητικά του Άξονα*. s.l.:Περσκόπιο.

Μαρκάτης, Κ., 2017. *DRONE TECHNOLOGY & DATA IN RESEARCH JOURNALISM*, Αθήνα: Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Νίκη, Κ., 2018. *Ερευνητική Εργασία: «Εναέρια μη επανδρωμένα συστήματα λήψης εικόνων και τα προγράμματα φωτογραμμετρικής παραγωγής τους»*, Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Παπαδημητρίου , Δ., 2019. *Κατασκευή μη επανδρωμένου τετρακόπτερου (Drone)*, Άρτα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Σαμαράς και Συνεργάτες Όμιλος Εταιριών, 2021. *Τα “drones” μεταμορφώνουν τις μεθόδους παραδοσιακής καλλιέργειας*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.geomeletitiki.gr/%CF%84%CE%B1-drones-%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CF%8E%CE%BD%CE%BF%CF%85%CE%BD-%CF%84%CE%B9%CF%82-%CE%BC%CE%B5%CE%B8%CF%8C%CE%B4%CE%BF%CF%85%CF%82-%CF%80%CE%B1/?fbclid=IwAR00PrFTQpFcccjfNNfLS352XWDrquc1jRW>  
N  
[Πρόσβαση 19 1 2021].

Σοφός, Β., 2020. *Την χρήση στόλου drones θερμοκηπίων δοκιμάζει ολλανδικό πανεπιστήμιο*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.agronews.gr/tech/184586/tin-hrisi-stolou-drones-thermokipion-dokimazei-ollandiko-panepistimio/>  
[Πρόσβαση 17 12 2020].

Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών - Ελληνική Δημοκρατία, 2020. *Ερωτήσεις και απαντήσεις (Q & A) για το ηλεκτρονικό σύστημα UAS - FRSS*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://uas.hcaa.gr/Faq>  
[Πρόσβαση 28 02 2020].